

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2005/009163

09. 6. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 7月28日
Date of Application:

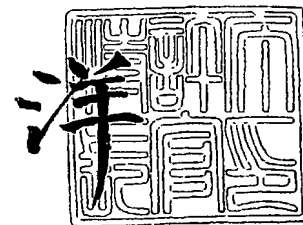
出願番号 特願2004-219731
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-219731]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2005年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



BEST AVAILABLE COPY

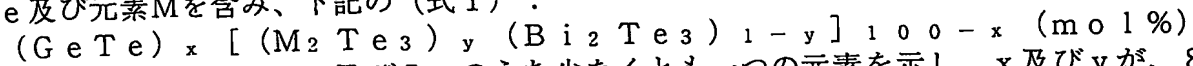
出証番号 出証特2005-3025633

【書類名】 特許願
【整理番号】 2032460210
【提出日】 平成16年 7月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/24
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 児島 理恵
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 山田 昇
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

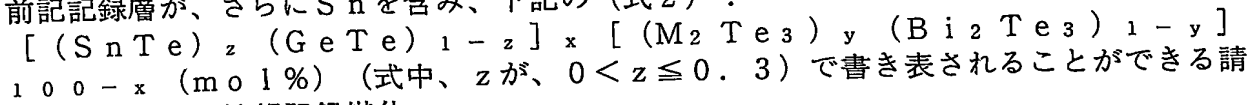
可逆的相変化を生じる記録層を含む情報記録媒体であって、前記記録層が Ge、Bi、Te 及び元素 M を含み、下記の (式 1) :



(式中、M は Al、Ga 及び In のうち少なくとも一つの元素を示し、x 及び y が、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$) で書き表されることが出来る情報記録媒体。

【請求項 2】

前記記録層が、さらに Sn を含み、下記の (式 2) :



(式中、z が、 $0 < z \leq 0.3$) で書き表されることが出来る請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 3】

2 つ以上の情報層を含み、前記情報層のうち少なくとも 1 つの情報層が前記記録層を含む請求項 1 または 2 に記載の情報記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】情報記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的もしくは電氣的に情報を記録し、消去し、書き換え、及び再生する情報記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発明者は、データファイル及び画像ファイルとして使える、大容量な書換形相変化情報記録媒体である、4.7GB/DVD-RAM（以下、DVD-RAM）を開発した。2倍速対応及び3倍速対応のDVD-RAMは既に商品化されている。

【0003】

DVD-RAMで実用化した記録層の材料は、Ge-Sn-Sb-Te（例えば、特許文献1参照）で、従来の高速結晶化材料、Ge-Sb-Te（例えば、特許文献2参照）よりも結晶化速度を高めた材料である。

【0004】

4.7GBなる大容量化を実現するためには、i) 記録層の膜厚を薄くして熱容量を減らし、ii) 記録層が吸収した熱をより速く膜厚方向に逃がして、より急冷な設計を行って小さな記録マークを良好に記録できる（すなわち、非晶質相を形成しやすくする）ようにする高密度化技術の開発が不可欠であった。記録層の薄膜化に伴い、Ge-Sb-Teよりも結晶化速度の大きな材料が必要となり、Ge-Sn-Sb-Teを開発するに至った。

【0005】

Ge-Sn-Sb-Teは、GeTeとSb₂Te₃にSnTeを添加した材料である。SnTeは薄膜でも室温で結晶である、非常に結晶性の強い材料である。また、Te化合物であり、且つ結晶構造がGeTeと同じ岩塩型構造であることから、GeTeの一部を置換するように添加することで、繰り返し記録による相分離を生じることなく、結晶化速度を高めることができた。

【0006】

先にも述べたように、現在2倍速対応と3倍速対応の媒体が市販されている。3倍速対応というのは、2倍速互換もある。すなわち、2倍速でも3倍速でも記録・消去・書換が可能で、信頼性をも確保されている媒体を意味する。この場合、記録する線速度の比は1.5倍であり、媒体の回転数を変えて記録を行うことができる。一方、回転数を一定にして記録を行う方法（以下、CAV（コンスタント・アングュラー・ベロシティー））もあり、この場合は、DVD-RAMの直径12cmサイズであれば、線速度の比は媒体の最内周と最外周で約2.4倍となる。

【0007】

近年の、データファイル用途のデータ処理の高速化や、画像ファイル用途の高速ダビングの必要性を考慮すると、DVD-RAMの高速化開発は必須である。高速化の目標は、16倍速対応である。この数値はドライブのモータ回転数、約11000回/分（現状ほぼ上限値）での媒体最外周における線速度に相当する。CAV仕様であれば、最内周は6倍速強となり、6倍速でも16倍速でも記録・消去・書換が可能で、信頼性も確保できる媒体が必要となる。従来線速度の数倍の、16倍速に対応するためには、記録層材料の結晶化速度の飛躍的な向上が不可欠となるが、その方法としては、上記Ge-Sn-Sb-TeのSnTeの濃度を増やす方法またはGe-Bi-TeなるGeTeとBi₂Te₃の化合物材料（例えば、特許文献3参照）である超高速結晶化材料を用いる方法がある。

【特許文献1】特開2001-322357号公報

【特許文献2】特許第2584741号公報

【特許文献3】特許第2574325号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

相変化記録は、非晶質相（記録）と結晶相（消去）との間の可逆的相変化を使って、記録、消去、オーバライトを行う。仕様の線速度に合わせて、記録層の組成を変えて結晶化速度を調整する。線速度が速い場合は結晶化速度を速くし、線速度が遅い場合は結晶化速度を遅くする。結晶化速度を速くすると消去しやすくなるが、記録マーク（非晶質相）の安定性が損なわれやすくなる。結晶化速度を遅くすると記録しやすくなるが、非晶質相が安定化しすぎて、消去しにくくなるという信頼性上の課題が生じる。さらに、線速度に範囲があると、高線速度と低線速度での記録しやすさと消去しやすさを両立しなくてはならないため、線速度範囲が広いほど、この課題は生じやすくなる。

【0009】

既に2倍速および3倍速で実用化しているGe-Sn-Sb-Teの場合、16倍速に対応するためにはSnTeの濃度を多量に増やす必要があった。その場合、(GeTeを置換するために) Geの濃度が減り、光学的変化が小さくなり、信号品質が低下してしまうという課題、並びに結晶化温度が下がって非晶質相の安定性が確保できないという課題、が生じた。また、Ge-Bi-Teを用いると、16倍速に十分対応できるだけの結晶化速度を有するが、16倍速においてさえ非晶質相の安定性が確保できないという課題が生じた。このように、Ge-Sn-Sb-Te及びGe-Bi-Teでは、高線速度且つ広い線速度範囲に対応するという課題を解決するに至らなかった。

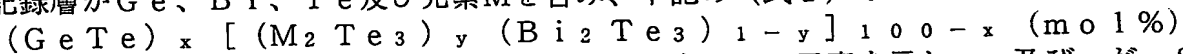
【0010】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、大きな結晶化速度と非晶質相の安定性を併せ持つ記録材料を提供する。さらにこの記録材料を適用することにより、記録波長に依らず、高線速度且つ広い線速度範囲において、高い消去性能と優れた記録保存性を有する情報記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

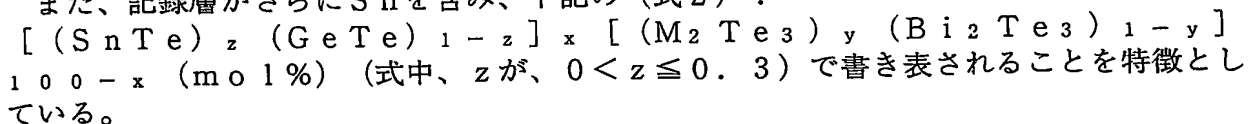
本発明の情報記録媒体は、可逆的相変化を生じる記録層を含む情報記録媒体であって、記録層がGe、Bi、Te及び元素Mを含み、下記の(式1)：



(式中、MはAl、Ga及びInのうち少なくとも一つの元素を示し、x及びyが、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$)で書き表されることを特徴としている。

【0012】

また、記録層がさらにSnを含み、下記の(式2)：



【0013】

また、本発明の情報記録媒体は、2つ以上の情報層を含み、情報層のうち少なくとも1つの情報層が上記の(式1)または(式2)で表される記録層を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

本発明の情報記録媒体によれば、例えばDVD-RAMの16倍速から6倍速のような、高線速度且つ広い線速度範囲において、高い消去性能と優れた記録保存性を実現することができる。また、記録密度や容量、記録波長によらず、高線速度における高い消去性能と低線速度における優れた記録保存性を実現することができ、大容量且つ高速な情報記録媒体を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。以下の実施の形態は例示

的なものであり、本発明は以下の実施の形態に限定されない。

【0016】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1として、情報記録媒体の一例を説明する。図1に、その情報記録媒体の一部断面を示す。

【0017】

図1に示す情報記録媒体100は、基板101の一方の表面に、誘電体層102、界面層103、記録層104、界面層105、誘電体層106、光吸収補正層107及び反射層108が順に形成され、ダミー基板110が接着層109により貼り合わされている。

【0018】

この構成の情報記録媒体は、波長660nm付近の赤色域のレーザ光で情報を記録再生する、DVD-RAMとして使用できる。この構成の情報記録媒体100には、基板101側からレーザ光111が入射し、それにより情報の記録及び再生が実施される。

【0019】

基板101は、円盤状で、透明且つ表面の平滑なものを使用する。材料としては、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィンもしくはポリメチルメタクリレート(PMM A)のような樹脂、又はガラスを挙げることができる。成形性、価格、及び機械強度を考慮すると、ポリカーボネートが好ましく使用される。図示した形態において、厚さ約0.6mm、直径120mmの基板101が好ましく用いられる。基板101の誘電体層及び記録層等を形成する側の表面には、レーザ光を導くための凹凸の案内溝が形成されていてもよい。案内溝を基板に形成した場合、本明細書においては、レーザ光111に近い側にある面を便宜的に「グループ面」と呼び、レーザ光から遠い側にある面を便宜的に「ランド面」と呼ぶ。たとえば、DVD-RAMとして使用する場合、グループ面とランド面の段差は、40nm～60nmであることが好ましい。また、DVD-RAMでは、グループ面とランド面の両方に記録を行うが、グループランド間の距離(グループ面中心からランド面の中心まで)は、約0.615μmである。

【0020】

誘電体層102及び106は、光学距離を調節して記録層の光吸収効率を高め、結晶相の反射率と非晶質相の反射率との差を大きくして信号振幅を大きくする機能を有する。また、記録層を水分等から保護する機能も兼ね備える。誘電体層102及び106の材料としては、酸化物、硫化物、セレン化物、窒化物、炭化物及び弗化物、及びこれらの混合物を用いてもよい。酸化物としては、例えば Al_2O_3 、 CeO_2 、 Cr_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Gd_2O_3 、 HfO_2 、 Ho_2O_3 、 In_2O_3 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Nd_2O_3 、 Sc_2O_3 、 SiO_2 、 Sm_2O_3 、 SnO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 ZnO 、 ZrO_2 等を用いてもよい。硫化物としては例えば ZnS 等を、セレン化物としては例えば $ZnSe$ 等を用いてもよい。窒化物としては、例えば AlN 、 BN 、 $Cr-N$ 、 $Ge-N$ 、 HfN 、 NbN 、 Si_3N_4 、 TaN 、 TiN 、 VN 、 ZrN 等を用いてもよい。炭化物としては、例えば Al_4C_3 、 B_4C 、 CaC_2 、 Cr_3C_2 、 HfC 、 Mo_2C 、 NbC 、 SiC 、 TaC 、 TiC 、 VC 、 W_2C 、 WC 、 ZrC 等を用いてもよい。弗化物としては、例えば CeF_3 、 DyF_3 、 ErF_3 、 GdF_3 、 HoF_3 、 LaF_3 、 NdF_3 、 YF_3 、 YbF_3 等を用いてもよい。混合物としては、例えば $ZnS-SiO_2$ 、 $ZnS-SiO_2-LaF_3$ 、 ZrO_2-SiO_2 、 $ZrO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3-LaF_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3-LaF_3$ 、 $SnO_2-Ga_2O_3$ 、 $SnO_2-In_2O_3$ 、 SnO_2-SiC 、 $SnO_2-Si_3N_4$ 、 $SnO_2-Ga_2O_3-SiC$ 、 $SnO_2-Ga_2O_3-Si_3N_4$ 、 $SnO_2-Nb_2O_5$ 、 $SnO_2-Ta_2O_5$ 、 $CeO_2-Al_2O_3-SiO_2$ 、 ZrO_2-LaF_3 、 HfO_2-SiO_2 、 $HfO_2-Cr_2O_3$ 、 $HfO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 HfO_2-SiO_2-SiC 等を用いてもよい。

【0021】

これらの材料のうち、 ZnS-SiO_2 は非晶質で、熱伝導性が低く、高透明性及び高屈折率を有し、また、膜形成時の成膜速度が大きく、機械特性及び耐湿性にも優れた材料である。 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ (mol%) 組成がより好ましく用いられる。また、硫化物を含まない材料としては、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2-\text{Cr}_2\text{O}_3-\text{LaF}_3$ 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2-\text{Ga}_2\text{O}_3-\text{LaF}_3$ 、 $\text{HfO}_2-\text{SiO}_2-\text{Cr}_2\text{O}_3-\text{LaF}_3$ 、 $\text{HfO}_2-\text{SiO}_2-\text{Ga}_2\text{O}_3-\text{LaF}_3$ 、 $\text{SnO}_2-\text{Ga}_2\text{O}_3-\text{SiC}$ が、透明で、高屈折率で、熱伝導性が低く、機械特性、耐湿性にも優れた材料である。

【0022】

誘電体層 102 及び誘電体層 106 は、各々の光路長（即ち、誘電体層の屈折率 n と誘電体層の膜厚 d との積 nd ）を変えることにより、結晶相の記録層 104 の光吸収率 A_c (%) と非晶質相の記録層 104 の光吸収率 A_a (%)、記録層 104 が結晶相であるときの情報記録媒体 100 の光反射率 R_c (%) と記録層 104 が非晶質相であるときの情報記録媒体 100 の光反射率 R_a (%)、記録層 104 が結晶相である部分と非晶質相である部分の情報記録媒体 100 の光の位相差 $\Delta\phi$ を調整する機能を有する。記録マークの再生信号振幅を大きくして、信号品質を上げるためには、反射率差 ($|R_c - R_a|$) 又は反射率比 (R_c / R_a) が大きいことが望ましい。また、記録層 104 がレーザ光を吸収するように、 A_c 及び A_a も大きいことが望ましい。これらの条件を同時に満足するように誘電体層 102 及び第 2 の誘電体層 106 の光路長を決定する。それらの条件を満足する光路長は、例えばマトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波新書、1971 年、第 3 章を参照）に基づく計算によって正確に決定することができる。誘電体層の屈折率を n 、膜厚を d (nm)、レーザ光 111 の波長を λ (nm) とした場合、光路長 nd は、 $nd = a\lambda$ で表される。ここで、 a は正の数とする。情報記録媒体 100 の記録マークの再生信号振幅を大きくして信号品質を向上させるには、例えば、DVD-RAM で使用する場合、 $15\% \leq R_c$ 且つ $R_a \leq 2\%$ であることが好ましい。また、書き換えによるマーク歪みを無くす又は小さくするには、 $1.1 \leq A_c / A_a$ であることが好ましい。これらの好ましい条件が同時に満たされるように誘電体層 102 及び誘電体層 106 の光路長 ($a\lambda$) を、マトリクス法に基づく計算により正確に求め、 λ 、 n から膜厚 d を得ることができる。 d としては、誘電体層 102 は 100 nm から 180 nm が好ましく、130 nm から 150 nm がより好ましい。また、誘電体層 106 は 20 nm から 60 nm が好ましく、30 nm から 50 nm がより好ましい。

【0023】

界面層 103 及び 105 は、誘電体層 102 と記録層 104 との間、及び誘電体層 106 と記録層 104 との間で、繰り返し記録により生じる物質移動を防止するために設けられる。ここで物質移動とは、誘電体層 102 及び 106 に $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ (mol%) を使用した場合、レーザ光 111 を記録層 104 に照射して繰り返し書き換えている間に、 ZnS の S が記録層 104 に拡散していく現象をいう。界面層 103 および 105 には硫化物は使用しないことが好ましい。界面層 103 及び 105 の材料としては、記録層 104 との密着性に優れ、記録層 104 にレーザ光 111 を照射した際に、溶けたり分解したりしない、耐熱性の強い材料が好ましい。その材料としては、酸化物、窒化物、炭化物及び弗化物、及びこれらの混合物を用いることができる。酸化物としては、例えば Al_2O_3 、 CeO_2 、 Cr_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Gd_2O_3 、 HfO_2 、 Ho_2O_3 、 In_2O_3 、 La_2O_3 、 MgO 、 Nb_2O_5 、 Nd_2O_3 、 Sc_2O_3 、 SiO_2 、 Sm_2O_3 、 SnO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 ZrO_2 等を用いてもよい。窒化物としては、例えば AlN 、 BN 、 Ge-N 、 HfN 、 Si-N 、 Ti-N 、 VN 、 ZrN 等を用いてもよい。炭化物としては、例えば C 、 Al_4C_3 、 B_4C 、 CaC_2 、 Cr_3C_2 、 HfC 、 Mo_2C 、 NbC 、 SiC 、 TaC 、 TiC 、 VC 、 W_2C 、 WC 、 ZrC 等を用いてもよい。弗化物としては、例えば CeF_3 、 DyF_3 、 ErF_3 、 GdF_3 、 HoF_3 、 LaF_3 、 NdF_3 、 YF_3 、 YbF_3 等を用いてもよい。混合物としては、例えば $\text{ZrO}_2-\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2-\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2-\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 ZrO_2

-SiO₂-Cr₂O₃-LaF₃、ZrO₂-SiO₂-Ga₂O₃-LaF₃、HfO₂-Cr₂O₃、HfO₂-SiO₂-Cr₂O₃、HfO₂-SiO₂-SiC、Ge-Cr-N、Si-Cr-N等を用いてもよい。膜厚は、界面層103及び105ともに、1nm~10nmであることが好ましく、2nm~7nmであることがより好ましい。界面層が厚いと、基板101の表面に形成された誘電体層102から反射層108までの積層体の光反射率及び光吸収率が変化して、記録消去性能に影響を与える。なお、誘電体層102及び/または106が硫化物を含まない材料である場合には、界面層103及び/または105は設けなくてもよい。

【0024】

本発明の記録層104は、可逆的相変化を生じ、Ge、Bi、Te及び元素Mを含む。その組成は、(GeTe)_x [(M₂Te₃)_y (Bi₂Te₃)_{1-y}]_{100-x} (mol%)

(式中、MはAl、Ga及びInのうち少なくとも一つの元素を示し、x及びyが、80 ≤ x < 100、0 < y ≤ 0.9)で書き表されることが好ましい。GeTeと、M₂Te₃と、Bi₂Te₃とを含むことにより、結晶化速度が大きく、且つ非晶質相の安定性にも優れた記録層を得ることができる。GeTeは、大きな光学的变化を有する材料で、80mol%以上含むことにより、光学的变化の大きな記録層を得ることができる。光学的变化とは、結晶相における複素屈折率(nc-ikc)と非晶質相における複素屈折率(na-ika)の差、Δn及びΔkを指す。ただし、nc:結晶相での屈折率、kc:結晶相での消衰係数、na:非晶質相での屈折率、ka:非晶質相での消衰係数、Δn=nc-na、Δk=kc-ka、である。nc、kc、na及びkaには光の波長依存性があり、波長が短くなるほど特にΔkが小さくなる。光学的变化が大きいほど、記録信号の検出される振幅が大きくなる。したがって、GeTeを多く含ませることにより、記録波長660nm(DVD-RAM)、より短波長な405nm(Blu-ray Disc)でも良好な信号品質が得られる。ただし、GeTeのみになると、結晶化速度が低下し、繰り返し記録性能も低下するため、100mol%未満が好ましく、より好ましくは98mol%以下である。Bi₂Te₃は、薄膜の結晶化温度が室温以下にあり、室温において結晶である非常に結晶性の強い材料である。GeTe-Bi₂Te₃系は、GeTe-Sb₂Te₃系同様、化学量論組成の化合物が存在し、相分離を生じない安定な化合物系である。また、Sb₂Te₃膜の結晶化温度が約150℃であることから、GeTe-Bi₂Te₃系は、GeTe-Sb₂Te₃系よりも結晶化しやすい。

【0025】

M₂Te₃は、Al₂Te₃、Ga₂Te₃、In₂Te₃のうち少なくとも1つであることが好ましい。M₂Te₃は、Bi₂Te₃と価数が同じTe化物であり、融点も高い。GeTe-Bi₂Te₃系に添加することにより、結晶化温度を高めるという機能を有する。添加の方法は、Bi₂Te₃の一部を置換する。そうすることにより、繰り返し記録による相分離を生じることなく結晶化温度を高めることができる。また、GeTeの濃度を変えらることなく添加できるので、光学的变化も低下させることなく添加することができる。結晶化温度を高めることにより、GeTe-Bi₂Te₃系では解決が困難であった、非晶質相の安定性を得ることができる。具体的には、例えば80℃の高温条件下に、信号を記録した情報記録媒体を放置しても、信号劣化を生じることがない。M₂Te₃は、添加しすぎるとGeTe-M₂Te₃-Bi₂Te₃系の結晶化速度を低下させてしまうので、xの値に対して最適化することが好ましい。

【0026】

(GeTe)_x [(M₂Te₃)_y (Bi₂Te₃)_{1-y}]_{100-x} (mol%)と書き表される材料は、例えば、MがInで、x=80、y=0.5であれば、Ge₈₀.8In_{7.7}Bi_{7.7}Te_{53.8}(原子%)と表すこともできる。組成範囲としては、DVD-RAM(波長660nm付近)で使用する場合、80 ≤ x ≤ 91が好ましく、このxの範囲におけるyは0.5以下が好ましい。また、Blu-ray Disc(波長405nm付近)で使用する場合、よりGeTeが多い、91 < x < 100が好ましく、

この x の範囲における y は 0.8 以下が好ましい。結晶化温度は、 $x = 89$ 、 $y = 0$ (In_2Te_3 を加えない) の場合、 170°C であるが、 In_2Te_3 を加えた $y = 0.1$ の場合、 180°C で、 $y = 0.2$ の場合、 190°C と上昇した。同様に、 Ga_2Te_3 を加えた $y = 0.1$ の場合、 180°C で、 $y = 0.2$ の場合、 190°C と上昇した。

【0027】

また、記録層 104 はさらに Sn を含んでもよく、その組成は、
 $[(\text{SnTe})_z (\text{GeTe})_{1-z}]_x [(\text{M}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) (式中、 z が、 $0 < z \leq 0.3$) で書き表されることが好ましい。

【0028】

SnTe と、 GeTe と、 M_2Te_3 と、 Bi_2Te_3 とを含むことにより、結晶化速度が大きく、且つ非晶質相の安定性にも優れた記録層を得ることができる。 SnTe は、薄膜の結晶化温度が室温以下にあり、室温において結晶である非常に結晶性の強い材料である。 SnTe は、 GeTe と価数及び結晶構造が同じ Te 化合物であり、融点も高い。 M_2Te_3 を y 値を変えて Bi_2Te_3 と置換した際、目標の線速度に結晶化速度を合わせ込むために、 SnTe は結晶化速度を微調整する機能を有する。添加方法は、結晶構造が同じ GeTe の一部を置換する。そうすることにより、繰り返し記録による相分離を生じることなく添加することができる。 SnTe は、添加しすぎると GeTe の濃度を低下させて、光学的変化が小さくなるため、 GeTe との置換量 z は 0.3 以下が好ましい。 SnTe を含む場合、 M_2Te_3 を増やしてもよく、 y 値は 0.9 以下が好ましい。

【0029】

記録層 104 の膜厚は、 $5\text{ nm} \sim 12\text{ nm}$ が好ましく、より好ましくは $6\text{ nm} \sim 9\text{ nm}$ である。記録層が薄いと光学設計上、 R_c が下がって R_a が高くなり、反射率比が小さくなる。また、厚いと、熱容量が大きくなり、記録感度が悪化する。

【0030】

光吸収補正層 107 は、記録層 104 が結晶状態であるときの光吸収率 A_c と非晶質状態であるときの光吸収率 A_a の比 A_c/A_a を調整し、書き換え時にマーク形状が歪まないようにする働きがある。光吸収補正層 107 は、屈折率が高く、且つ適度に光を吸収する材料で形成されることが好ましい。例えば、屈折率 n が 3 以上 6 以下、消衰係数 k が 1 以上 4 以下である材料を用いて、光吸収補正層 107 を形成できる。具体的には、 $\text{Ge}-\text{Cr}$ および $\text{Ge}-\text{Mo}$ 等の非晶質の Ge 合金、 $\text{Si}-\text{Cr}$ 、 $\text{Si}-\text{Mo}$ および $\text{Si}-\text{W}$ 等の非晶質の Si 合金、 SnTe 及び PbTe 等の Te 化合物、ならびに Ti 、 Hf 、 Nb 、 Ta 、 Cr 、 Mo 、 W 等の結晶性の金属、半金属及び半導体材料から選択される材料を使用することが好ましい。光吸収補正層 107 の膜厚は、 $20\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ であることが好ましい。

【0031】

反射層 108 は、光学的には記録層 104 に吸収される光量を増大させ、熱的には記録層 104 で生じた熱を速やかに拡散させて記録層 104 を急冷し、非晶質化し易くする機能を有する。さらに、反射層 108 は、誘電体層 102 ～光吸収補正層 107 までを含む多層膜を使用環境から保護する機能も有する。反射層 108 の材料としては、熱伝導率が大きく、且つ使用するレーザ光の波長における光吸収が小さいことが好ましい。例えば、 Al 、 Au 、 Ag 、 Cu のうち少なくとも 1 つを含む材料を用いることができる。また、それらの合金を用いてもよい。その耐湿性を向上させる目的ならびに／あるいは熱伝導率または光学特性（例えば、光反射率、光吸収率または光透過率）を調整する目的で、上記 Al 、 Au 、 Ag 、 Cu から選択される 1 つまたは複数の元素に、他の 1 つまたは複数の元素を添加した材料を使用してよい。添加する材料としては、 Mg 、 Ca 、 Sc 、 Y 、 La 、 Ti 、 Zr 、 Hf 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Cr 、 Mo 、 W 、 Mn 、 Fe 、 Co 、 Ni 、 Pd 、 Pt 、 Zn 、 Ga 、 In 、 C 、 Si 、 Ge 、 Sn 、 Sb 、 Bi 、 Te 、 Ce 、 Nd 、 Sm 、 Gd 、 Tb 、 Dy のうち少なくとも 1 つを添加してよい。この際、添加濃度は 3 原子% 以下が好ましい。たとえば、 $\text{Al}-\text{Cr}$ 、 $\text{Al}-\text{Ti}$ 、 $\text{Ag}-\text{Pd}$ 、 $\text{Ag}-\text{Pd}-\text{C}$

u、Ag-Pd-Ti、Ag-Nd-AuまたはAu-Cr等の合金材料を用いることができる。これらの材料は何れも耐食性に優れ且つ急冷機能を有する優れた材料である。反射層108を2以上の層で形成することによっても達成され得る。反射層108の厚さは、使用する媒体の線速度や記録層104の組成に合わせて調整し、40nm~300nmであることが好ましい。40nmより薄いと、記録層の熱が拡散しにくくなり、記録層が非晶質化しにくくなり、300nmより厚いと、記録層の熱が拡散しすぎて、記録感度が低下する。

【0032】

図示した情報記録媒体100において、接着層109は、ダミー基板110を反射層108に接着するために設けられる。接着層109は、耐熱性及び接着性の高い材料、例えば、紫外線硬化性樹脂等の接着樹脂を用いて形成してよい。具体的には、アクリル樹脂を主成分とする材料またはエポキシ樹脂を主成分とする材料で、接着層109を形成してよい。また、必要に応じて、接着層109を形成する前に、紫外線硬化性樹脂よりなる、厚さ1 μ m~20 μ mの保護層を反射層108の表面に設けてもよい。接着層109の厚さは好ましくは15 μ m~40 μ mであり、より好ましくは20 μ m~35 μ mである。

【0033】

ダミー基板110は、情報記録媒体100の機械的強度を高めるとともに、誘電体層102から反射層108までの積層体を保護する。ダミー基板110の好ましい材料は、基板101の好ましい材料と同じである。ダミー基板110を貼り合わせた情報記録媒体100において、機械的な反り、および歪み等が発生しないように、ダミー基板110と基板101は、実質的に同一材料で形成され、同じ厚さを有することが好ましい。

【0034】

実施の形態1の情報記録媒体100は、1つの記録層を有する片面構造ディスクである。本発明の情報記録媒体は、2つの記録層を有してよい。例えば、実施の形態1において反射層108まで積層したものを、反射層108同士を対向させて、接着層109を介して貼り合わせることによって、両面構造の情報記録媒体が得られる。この場合、2つの積層体の貼り合わせは、接着層109を運動性樹脂で形成し、圧力と熱の作用を利用して実施する。反射層108の上に保護層を設ける場合には、保護層まで形成した積層体を、保護層同士を対向させて貼り合わせることににより、両面構造の情報記録媒体を得る。

【0035】

続いて、実施の形態1の情報記録媒体100を製造する方法を説明する。情報記録媒体100は、案内溝（グループ面とランド面）が形成された基板101を成膜装置に配置し、基板101の案内溝が形成された表面に、誘電体層102を成膜する工程（工程a）、界面層103を成膜する工程（工程b）、記録層104を成膜する工程（工程c）、界面層105を成膜する工程（工程d）、誘電体層106を成膜する工程（工程e）、光吸収補正層107を成膜する工程（工程f）および反射層108を成膜する工程（工程g）を順次実施し、さらに、反射層108の表面に接着層109を形成する工程、およびダミー基板110を貼り合わせる工程を実施することにより、製造される。以下の説明を含む本明細書において、各層に関して、「表面」というときは、特に断りのない限り、各層が形成されたときの露出している表面（厚さ方向に垂直な表面）を指すものとする。

【0036】

最初に、基板101の案内溝が形成された面に、誘電体層102を成膜する工程aを実施する。工程aはスパッタリングにより実施される。スパッタリングは、高周波電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／または窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。可能であれば直流電源を用いてもよい。希ガスは、Arガス、Krガス、Xeガスのいずれでもよい。工程aで使用されるスパッタリングターゲットとしては、酸化物、硫化物、セレン化物、窒化物、炭化物及び弗化物、及びこれらの混合物を用いることができ、誘電体層102の材料を形成できるようにスパッタリングターゲットの材料・組成を決める。成膜装置によっては、スパッタリングターゲットの組成と形成される誘電体層の組成が一致しない場合もあるので、その場合は適宜スパッタリングターゲ

ットの組成を調整して、所望の組成の誘電体層102を得ることができる。また、酸化物を含む誘電体層を形成する際には、スパッタリング中に酸素が欠損する場合があるので、酸素欠損を抑えたスパッタリングターゲットを用いたり、5%以下の少量の酸素ガスを希ガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。例えば、誘電体層102として $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ (mol%)を形成する場合、スパッタリングターゲットは $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ (mol%)を用いて、3%の酸素ガスをArガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。

【0037】

次に、工程bを実施して、誘電体層102の表面に、界面層103を成膜する。工程bもまた、スパッタリングにより実施される。スパッタリングは、高周波電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび/または窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。可能であれば直流電源を用いてもよい。希ガスは、Arガス、Krガス、Xeガスのいずれでもよい。工程bで使用されるスパッタリングターゲットとしては、酸化物、窒化物、炭化物及び弗化物、及びこれらの混合物を用いることができ、界面層103の材料を形成できるようにスパッタリングターゲットの材料・組成を決める。成膜装置によっては、スパッタリングターゲットの組成と形成される界面層の組成が一致しない場合もあるので、その場合は適宜スパッタリングターゲットの組成を調整して、所望の組成の界面層103を得ることができる。また、酸化物を含む界面層を形成する際には、スパッタリング中に酸素が欠損する場合があるので、酸素欠損を抑えたスパッタリングターゲットを用いたり、5%以下の少量の酸素ガスを希ガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。また、金属、半金属及び半導体材料のターゲットを用いて、10%以上の多めの酸素ガスおよび/または窒素ガスを希ガスに混合した雰囲気中で、反応性スパッタリングにより界面層を形成してもよい。例えば、界面層103としてGe-Cr-Nを形成する場合、スパッタリングターゲットはGe-Crを用いて、40%の窒素ガスをArガスに混合した雰囲気中で反応性スパッタリングしてよい。また、界面層103として $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ を形成する場合、スパッタリングターゲットは酸素欠損を抑えた $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ を用いて、Arガス雰囲気中でスパッタリングしてよい。

【0038】

次に、工程cを実施して、界面層103の表面に、記録層104を成膜する。工程cもまた、スパッタリングにより実施される。スパッタリングは、直流電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび/または窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。希ガスは、Arガス、Krガス、Xeガスのいずれでもよい。工程cで使用されるスパッタリングターゲットとしては、Ge-Bi-M-TeまたはGe-Sn-Bi-M-Teを用いることができ(MはAl、Ga及びInのうち少なくとも一つの元素を示す)、本発明の記録層104の材料を形成できるようにスパッタリングターゲットの材料・組成を決める。成膜装置によっては、スパッタリングターゲットの組成と形成される記録層の組成が一致しない場合もあるので、その場合は適宜スパッタリングターゲットの組成を調整して、所望の組成の記録層104を得ることができる。傾向としては、形成される記録層のGe、Bi、M、Snの濃度がスパッタリングターゲット中の濃度よりも多めになり、Teが少なめになる。よって、使用するスパッタリングターゲットの組成は所望の記録層の組成に対して、Ge、Bi、M、Snの濃度を少なめにして、Teの濃度を多めにしてよい。そうすることにより、本発明の記録層104、すなわち、(式1)

$(GeTe)_x [(M_2Te_3)_y (Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)、
x及びyが、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$ 、を形成することができる。また、(式2)

$[(SnTe)_z (GeTe)_{1-z}]_x [(M_2Te_3)_y (Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)、zが、 $0 < z \leq 0.3$ 、を形成することができる。

【0039】

例えば、(式1)において、MがInで、 $x=89$ 、 $y=0.1$ であれば、記録層10

4の組成は、 $\text{Ge}_{38.2}\text{In}_{0.9}\text{Bi}_{8.5}\text{Te}_{52.4}$ (原子%)と表すことができる。この組成が得られるように Ge-In-Bi-Te スパッタリングターゲットの組成を決める。また、(式2)において、 M が Ga で、 $x=89$ 、 $y=0.1$ 、 $z=0.1$ であれば、記録層104の組成は、 $\text{Ge}_{34.4}\text{Sn}_{3.8}\text{Ga}_{0.9}\text{Bi}_{8.5}\text{Te}_{52.4}$ (原子%)と表すことができる。

【0040】

この組成が得られるように Ge-Sn-Ga-Bi-Te スパッタリングターゲットの組成を決める。これらのターゲットを、 Ar ガス雰囲気中、または5%以下の窒素ガスを Ar ガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。成膜後の記録層104は非晶質状態となりやすい。また、複数のスパッタリングターゲットを用いて、記録層104を形成してもよい。例えば、 GeTe 、 M_2Te_3 、 Bi_2Te_3 の各々のスパッタリングターゲットを成膜装置の1つの成膜室に取り付けて、各々のスパッタリングターゲットに投入するスパッタパワーを調節して、同時にスパッタリングを実施し、 $(\text{GeTe})_x[(\text{M}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)を形成してもよい。また、 GeTe 、 SnTe 、 M_2Te_3 、 Bi_2Te_3 の各々のスパッタリングターゲットを同様に取り付けて、各々のスパッタリングターゲットに投入するスパッタパワーを調節して、同時にスパッタリングを実施し、 $[(\text{SnTe})_z(\text{GeTe})_{1-z}]_x[(\text{M}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)を形成してよい。また、 Ge 、 Bi 、 Al 、 Te や、 Ge 、 Bi 、 Te 、 In_2Te_3 や、 Ge 、 Bi 、 Te 、 Ga_2Te_3 の各々のスパッタリングターゲットを使用してもよい。 In と Ga は融点が高いため、 Te 化合物のターゲットを使用することが好ましい。なお、必ずしも化学量論組成の化合物になっていなくても、 Ge-Te 、 Sn-Te 、 Bi-Te 、 In-Te 、 Ga-Te 、 Al-Te を用いてもよい。

【0041】

次に、工程dを実施して、記録層104の表面に、界面層105を成膜する。工程dは、工程bと同様に実施される。界面層105は、界面層103と同様の材料からなるスパッタリングターゲットを用いて形成してよいし、異なる材料から成るスパッタリングターゲットを用いて形成してもよい。

【0042】

次に、工程eを実施して、界面層105の表面に、誘電体層106を成膜する。工程eは、工程aと同様に実施される。誘電体層106は、誘電体層102と同様の材料からなるスパッタリングターゲットを用いて形成してよいし、異なる材料から成るスパッタリングターゲットを用いて形成してもよい。

【0043】

次に、工程fを実施して、誘電体層106の表面に、光吸収補正層107を成膜する。工程fにおいては、直流電源または高周波電源を用いて、スパッタリングを実施する。スパッタリングターゲットとして、具体的には、 Ge-Cr および Ge-Mo 等の非晶質の Ge 合金、 Si-Cr 、 Si-Mo および Si-W 等の非晶質の Si 合金、 SnTe 及び PbTe 等の Te 化合物、ならびに Ti 、 Hf 、 Nb 、 Ta 、 Cr 、 Mo 、 W 等の結晶性の金属、半金属及び半導体材料から選択される材料を使用することが好ましい。スパッタリングは希ガス雰囲気中で実施してよく、 Ar ガス雰囲気中で実施してよい。成膜装置によっては、スパッタリングターゲットの組成と形成される光吸収補正層の組成が一致しない場合もあるので、その場合は適宜スパッタリングターゲットの組成を調整して、所望の組成の光吸収補正層107を得ることができる。

【0044】

次に、工程gを実施して、光吸収補正層107の表面に、反射層108を成膜する。工程gはスパッタリングにより実施される。スパッタリングは、直流電源または高周波電源を用いて、 Ar ガス雰囲気中で実施する。スパッタリングターゲットとしては、 Al または Al 合金、 Au または Au 合金、 Ag または Ag 合金、および Cu または Cu 合金のいずれかを用いてよい。例えば、反射層108として Ag-Pd-Cu を形成する際には、

Ag-Pd-Cuスパッタリングターゲットを用いてよい。成膜装置によっては、スパッタリングターゲットの組成と形成される反射層の組成が一致しない場合もあるので、その場合は適宜スパッタリングターゲットの組成を調整して、所望の組成の反射層108を得ることができる。

【0045】

上記のように、工程a～gは、いずれもスパッタリング工程である。したがって、工程a～gは、1つのスパッタリング装置内において、ターゲットを順次変更して連続的に実施してよい。あるいは、工程a～gはそれぞれ独立したスパッタリング装置を用いて実施してよい。

【0046】

反射層108を成膜した後、誘電体層102から反射層108まで順次積層した基板101をスパッタリング装置から取り出す。それから、反射層108の表面に、紫外線硬化性樹脂を例えばスピンコート法により塗布する。塗布した紫外線硬化性樹脂に、ダミー基板110を密着させて、紫外線をダミー基板110側から照射して、樹脂を硬化させ、貼り合わせ工程を終了させる。

【0047】

貼り合わせ工程が終了した後は、必要に応じて初期化工程を実施する。初期化工程は、非晶質状態である記録層104を、例えば半導体レーザを照射して、結晶化温度以上に昇温して結晶化させる工程である。初期化工程は貼り合わせ工程の前に実施してもよい。このように、工程a～g、接着層の形成工程、およびダミー基板の貼り合わせ工程を順次実施することにより、実施の形態1の情報記録媒体100を製造することができる。

【0048】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態2として、情報記録媒体の一例を説明する。図2に、その情報記録媒体の一部断面を示す。

【0049】

図2に示す情報記録媒体200は、基板208の一方の表面に反射層207、誘電体層206、界面層205、記録層204、界面層203及び誘電体層202をこの順に形成し、さらにカバー層201が形成された構成を有する。この構成の情報記録媒体は、波長405nm付近の青紫色域のレーザ光で情報を記録再生する、25GB容量のBlu-ray Discとして使用できる。この構成の情報記録媒体200には、カバー層201側からレーザ光209が入射し、それにより情報の記録及び再生が実施される。以下、基板208から順に説明する。

【0050】

基板208は、円盤状で、透明且つ表面の平滑なものを使用する。材料としては、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィンもしくはポリメチルメタクリレート(PMMA)のような樹脂、又はガラスを挙げることができる。成形性、価格、及び機械強度を考慮すると、ポリカーボネートが好ましく使用される。図示した形態において、厚さ約1.1mm、直径120mmの基板208が好ましく用いられる。基板208の反射層及び記録層等を形成する側の表面には、レーザ光を導くための凹凸の案内溝が形成されていてもよい。案内溝を基板に形成した場合、本明細書においては、レーザ光209に近い側にある面を便宜的に「グループ面」と呼び、レーザ光から遠い側にある面を便宜的に「ランド面」と呼ぶ。たとえば、Blu-ray Discとして使用する場合、グループ面とランド面の段差は、10nm～30nmであることが好ましい。また、Blu-ray Discでは、グループ面のみ記録を行うが、グループグループ間の距離(グループ面中心からグループ面中心まで)は、約0.32μmである。

【0051】

反射層207は、実施の形態1における反射層108と同様の機能を有する。材料も同様の材料を用いてよい。

【0052】

誘電体層 202 及び 206 は、実施の形態 1 における誘電体層 102 および 106 と同様の材料を用いてよいが、情報記録媒体 200 は、405 nm の短い波長で記録再生するため、短波長域でも高透明性を確保できる材料がより好ましい。少なくとも酸化物を含むことが好ましい。酸化物としては、例えば Al_2O_3 、 CeO_2 、 Ga_2O_3 、 HfO_2 、 In_2O_3 、 La_2O_3 、 MgO 、 SnO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 ZnO 、 ZrO_2 等がより好ましい。硫化物としては例えば ZnS 等を、セレン化物としては例えば ZnSe 等を用いてもよい。窒化物としては、例えば AlN 、 BN 、 Ge-N 、 Si_3N_4 等がより好ましい。弗化物としては、例えば CeF_3 、 DyF_3 、 ErF_3 、 GdF_3 、 HoF_3 、 LaF_3 、 NdF_3 、 YF_3 、 YbF_3 等を用いてもよい。混合物としては、例えば ZnS-SiO_2 、 $\text{ZnS-SiO}_2\text{-LaF}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{SnO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2\text{-SiC}$ 、 $\text{SnO}_2\text{-Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SnO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ 、 $\text{SnO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-LaF}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2$ 、 $\text{HfO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-SiC}$ 等を用いてもよい。

【0053】

これらの材料のうち、 ZnS-SiO_2 は非晶質で、熱伝導性が低く、高透明性及び高屈折率を有し、また、膜形成時の成膜速度が大きく、機械特性及び耐湿性にも優れた材料である。 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}(\text{mol}\%)$ 組成がより好ましく用いられる。また、硫化物を含まない材料としては、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{-SiO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ が、透明で、高屈折率で、熱伝導性が低く、機械特性、耐湿性にも優れた材料である。なお、反射層 207 に Ag または Ag 合金を用いる場合には、 Ag_2S が生じないように、誘電体層 206 は硫化物を含まない材料を用いることが好ましい。誘電体層 206 に硫化物を含む材料を使用する場合には、反射層 207 と誘電体層 206 との間に硫化物を含まない層を設けてもよい。

【0054】

膜厚は、 $\lambda = 405 \text{ nm}$ であるときの好ましい光路長から求める。情報記録媒体 200 の記録マークの再生信号振幅を大きくして信号品質を向上させるために、例えば $15\% \leq R_c$ 且つ $R_a \leq 5\%$ を満足するように誘電体層 202 及び誘電体層 206 の光路長 nd をマトリクス法に基づく計算により厳密に決定した。その結果、屈折率が $1.8 \sim 2.5$ である誘電体材料を誘電体層 202 及び 206 とする場合、誘電体層 202 の厚さは好ましくは $20 \text{ nm} \sim 100 \text{ nm}$ であり、より好ましくは $30 \text{ nm} \sim 70 \text{ nm}$ であることが判った。また、誘電体層 206 の厚さは、好ましくは $3 \text{ nm} \sim 50 \text{ nm}$ であり、より好ましくは $5 \text{ nm} \sim 40 \text{ nm}$ であることが判った。

【0055】

界面層 203 および 205 は、実施の形態 1 における界面層 103 および 105 と同様の機能を有する。材料は同様の材料を用いてよい。膜厚も同様に、 $1 \text{ nm} \sim 10 \text{ nm}$ であることが好ましく、 $2 \text{ nm} \sim 7 \text{ nm}$ であることがより好ましい。なお、誘電体層 202 及び/または 206 が硫化物を含まない材料である場合には、界面層 203 及び/または 205 は設けなくてもよい。

【0056】

本発明の記録層 204 は、実施の形態 1 における記録層 104 と同様の機能を有する。

【0057】

材料も同様の材料を用いることができ、 $(\text{GeTe})_x[(\text{M}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}(\text{mol}\%)$ において、より GeTe が多い、 $91 < x < 100$

0が好ましい。

【0058】

また、 $[(\text{SnTe})_z (\text{GeTe})_{1-z}]_x [(\text{M}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) においても、GeTeが多い、 $91 < x < 100$ が好ましい。

【0059】

記録層204の膜厚は、5nm～15nmが好ましく、より好ましくは8nm～12nmである。

【0060】

カバー層201について説明する。情報記録媒体の記録密度を大きくする方法として、短波長のレーザ光を使用して、レーザビームを絞り込めるように対物レンズの開口数NAを上げる方法がある。この場合、焦点位置が浅くなるため、レーザ光が入射する側に位置するカバー層201は、実施の形態1の基板101よりも薄く設計される。この構成によれば、より高密度の記録が可能な大容量情報記録媒体200を得ることができる。

【0061】

カバー層201は、基板208同様、円盤状で、透明且つ表面の平滑なものを使用する。カバー層201の厚さは、 $50\mu\text{m} \sim 120\mu\text{m}$ が好ましく、 $80\mu\text{m} \sim 110\mu\text{m}$ がより好ましい。カバー層201は、例えば、円盤状のシートと接着層からなってもよいし、紫外線硬化性樹脂よりなってもよい。また、誘電体層202の表面に保護層を設けた上に設けてもよい。いずれの構成でもよいが、総厚み（例えば、シート厚+接着層厚+保護層厚、または紫外線硬化性樹脂のみの厚）が $50\mu\text{m} \sim 120\mu\text{m}$ であることが好ましい。シートは、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、又はPMMAのような樹脂で形成することが好ましく、特にポリカーボネートで形成することが好ましい。また、カバー層201は、レーザ光209入射側に位置するため、光学的には短波長域における複屈折が小さいことが好ましい。

【0062】

続いて、実施の形態2の情報記録媒体200を製造する方法を説明する。情報記録媒体200は、支持体となる基板が基板208であるため、情報記録媒体100とは逆に、基板208に反射層207から順に形成していく。情報記録媒体200は、案内溝（グループ面とランド面）が形成された基板208を成膜装置に配置し、基板208の案内溝が形成された表面に、反射層207を成膜する工程（工程h）、誘電体層206を成膜する工程（工程i）、界面層205を成膜する工程（工程j）、記録層204を成膜する工程（工程k）、界面層203を成膜する工程（工程l）、誘電体層202を成膜する工程（工程m）を順次実施し、さらに、誘電体層202の表面にカバー層201を形成する工程を実施することにより、製造される。

【0063】

最初に、基板208の案内溝が形成された面に、反射層207を成膜する工程hを実施する。工程hは、実施の形態1の工程gと同様にして実施される。

【0064】

次に、工程iを実施して、反射層207の表面に、誘電体層206を成膜する。工程iは、実施の形態1の工程aと同様にして実施される。

【0065】

次に、工程jを実施して、誘電体層206の表面に、界面層205を成膜する。工程jは、実施の形態1の工程bと同様にして実施される。

【0066】

次に、工程kを実施して、界面層205の表面に、記録層204を成膜する。工程kは、実施の形態1の工程cと同様にして実施される。例えば、（式1）において、MがInで、 $x=96$ 、 $y=0.3$ であれば、記録層204の組成は、 $\text{Ge}_{45.3}\text{In}_{11.1}\text{Bi}_{2.6}\text{Te}_{51.0}$ （原子%）と表すことができる。この組成が得られるようにGe-In-Bi-Teスパッタリングターゲットの組成を決める。また、（式2）において、Mが

Inで、 $x=96$ 、 $y=0.3$ 、 $z=0.1$ であれば、記録層204の組成は、 $Ge_{40.8}Sn_{4.5}In_{1.1}Bi_{2.6}Te_{51.0}$ （原子%）と表すことができる。この組成が得られるようにGe-Sn-In-Bi-Teスパッタリングターゲットの組成を決める。

【0067】

次に、工程1を実施して、記録層204の表面に、界面層203を成膜する。工程1は、実施の形態1の工程bと同様にして実施される。

【0068】

次に、工程mを実施して、界面層203の表面に、誘電体層202を成膜する。工程mは、実施の形態1の工程aと同様にして実施される。

【0069】

上記のように、工程h～mは、いずれもスパッタリング工程である。したがって、工程h～mは、1つのスパッタリング装置内において、ターゲットを順次変更して連続的に実施してよい。あるいは、工程h～mはそれぞれ独立したスパッタリング装置を用いて実施してよい。

【0070】

次に、カバー層201を形成する工程を説明する。誘電体層202を成膜した後、反射層207から誘電体層202まで順次積層した基板208をスパッタリング装置から取り出す。それから、誘電体層202の表面に、紫外線硬化性樹脂を例えばスピンコート法により塗布する。塗布した紫外線硬化性樹脂に、円盤状のシートを密着させて、紫外線をシート側から照射して樹脂を硬化させ、カバー層201を形成することができる。例えば、紫外線硬化性樹脂が厚み $10\mu m$ 、シートが厚み $90\mu m$ で、厚み $100\mu m$ のカバー層201が形成できる。また、誘電体層202の表面に、厚み $100\mu m$ の紫外線硬化性樹脂を例えばスピンコート法により塗布して、紫外線を照射して樹脂を硬化させ、カバー層201を形成することもできる。このようにして、カバー層形成工程を終了させる。

【0071】

カバー層形成工程が終了した後は、必要に応じて初期化工程を実施する。初期化工程は、実施の形態1と同様にして実施される。このように、工程h～m、カバー層形成工程を順次実施することにより、実施の形態2の情報記録媒体200を製造することができる。

【0072】

（実施の形態3）

本発明の実施の形態3として、情報記録媒体の一例を説明する。図3に、その情報記録媒体の一部断面を示す。

【0073】

図3に示す情報記録媒体300は、基板315、第2の情報層316、中間層308、第1の情報層317およびカバー層301が順に配置されている。より詳しくは、第2の情報層316は、基板315の一方の表面に反射層314、誘電体層313、界面層312、第2の記録層311、界面層310、誘電体層309がこの順に配置されてなる。中間層308は、誘電体層309の表面に形成される。第1の情報層317は、この中間層308の表面に、誘電体層307、反射層306、誘電体層305、第1の記録層304、界面層303および誘電体層302がこの順に配置されてなる。この形態においても、レーザ光318は、カバー層301の側から入射される。第2の情報層316には、第1の情報層317を通過したレーザ光318で記録再生する。情報記録媒体300においては、2つの記録層にそれぞれ情報を記録できる。例えば、波長 $405nm$ 付近の青紫色域のレーザ光を記録再生に使用して、上記実施の形態2の2倍程度の50GBの容量を有する、情報記録媒体を得ることができる。以下、基板315から順に説明する。

【0074】

基板315は、実施の形態2の基板208と同様の形状、材料を用いることができる。

【0075】

反射層314は、実施の形態1における反射層108と同様の機能を有する。材料も好

ましい膜厚も同様である。

【0076】

誘電体層 309 および 313 は、実施の形態 2 における誘電体層 206 および 202 と同様の機能を有し、材料も同様である。第 2 の情報層 316 の記録信号は、第 1 の情報層 317 を通過して戻ってきたレーザ光で再生するため、第 2 の情報層の反射率 R_c は、 $18\% \leq R_c$ であることが好ましい。これを満足するように、誘電体層 309 の厚さは、好ましくは $20\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$ であり、より好ましくは $30\text{ nm} \sim 70\text{ nm}$ であることが判った。誘電体層 313 の厚さは、好ましくは $3\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$ であり、より好ましくは $5\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$ である。

【0077】

界面層 310 および 312 は、実施の形態 1 における界面層 103 および 105 と同様の機能を有する。材料も好ましい膜厚も同様である。なお、誘電体層 313 及び／または 309 が硫化物を含まない材料である場合には、界面層 312 及び／または 310 は設けなくてもよい。

【0078】

第 2 の記録層 311 は、実施の形態 2 における記録層 204 と同様の機能を有し、材料も好ましい膜厚も同様である。

【0079】

中間層 308 は、レーザ光 318 の、第 1 の情報層 317 における焦点位置と第 2 の情報層 316 における焦点位置とを分離する機能を有し、必要に応じて、第 1 の情報層 317 の案内溝が形成されてよい。中間層 308 は、紫外線硬化性樹脂で形成することができる。中間層 308 は、レーザ光 318 が効率よく第 2 の情報層 316 に到達するように、記録再生する波長 λ の光に対して透明であることが望ましい。中間層 308 の厚さは、(i) 対物レンズの開口数とレーザ光波長により決定される焦点深度以上、(ii) 第 1 の記録層 304 及び第 2 の記録層 311 間の距離が、対物レンズの集光可能な範囲内、(iii) カバー層 301 の厚さと合わせて、使用する対物レンズが許容できる基板厚公差内、にすることが好ましい。したがって、中間層 308 の厚さは $10\text{ }\mu\text{ m} \sim 40\text{ }\mu\text{ m}$ であることが好ましい。中間層 308 は、必要に応じて樹脂層を複数層、積層して構成してよい。たとえば、誘電体層 309 を保護する層と、案内溝を有する層との 2 層構成にしてもよい。

【0080】

次に、第 1 の情報層 317 の構成について説明する。第 1 の情報層 317 は、レーザ光 318 が第 2 の情報層 316 に到達し得るように、高透過率となるように設計される。具体的には、第 1 の記録層 304 が結晶相であるときの第 1 の情報層 317 の光透過率を T_c (%)、第 1 の記録層 304 が非晶質相であるときの第 1 の情報層 317 の光透過率を T_a (%) としたとき、 $45\% \leq (T_a + T_c) / 2$ 、となることが好ましい。

【0081】

誘電体層 307 は、第 1 の情報層 317 の光透過率を高める機能を有する。材料は、透明で、屈折率が高いことが好ましい。例えば、 TiO_2 を用いることができる。あるいは、 TiO_2 を 90 mol % 以上含む材料を使用してもよい。それにより、約 2.7 の大きい屈折率を有する層が形成される。誘電体層 307 の膜厚は $10\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$ であることが好ましい。

【0082】

反射層 306 は、第 1 の記録層 304 の熱を速やかに拡散させる機能を有する。また、上記のように、第 1 の情報層 317 は高い光透過率を要するため、反射層 306 での光吸収は小さいことが望ましい。よって、反射層 314 と比較して、反射層 306 の材料及び厚さはより限定される。厚さはより薄く設計することが好ましく、光学的には消衰係数が小さく、熱的には熱伝導率が高い材料が好ましい。具体的には、反射層 306 は、好ましくは、Ag または Ag 合金で、膜厚が 5 nm 以上 15 nm 以下となるように形成される。 5 nm よりも薄いと、熱を拡散させる機能が低下して第 1 の記録層にマークが形成され

にくくなる。また、15 nmよりも厚いと、第1の情報層317の光透過率が45%に満たなくなる。

【0083】

誘電体層302および305は、光路長 nd を調節して、第1の情報層317の R_c 、 R_a 、 T_c および T_a を調節する機能を有する。例えば、 $45\% \leq (T_a + T_c) / 2$ 、 $5\% \leq R_c$ 、 $R_a \leq 1\%$ を満足するように、誘電体層302及び誘電体層305の光路長 nd をマトリクス法に基づく計算により厳密に決定した。その結果、屈折率が1.8~2.5である誘電体材料を誘電体層302及び305とする場合、誘電体層302の厚さは好ましくは10 nm~80 nmであり、より好ましくは20 nm~60 nmであることが判った。また、誘電体層305の厚さは、好ましくは3 nm~40 nmであり、より好ましくは5 nm~30 nmであることが判った。材料は、実施の形態2における誘電体層206および202と同様でよいが、反射層306がAgまたはAg合金が好ましいため、誘電体層305は硫化物を含まないことが好ましく、誘電体層302および305は少なくとも酸化物を含むことが好ましい。誘電体層302および305の材料としては、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3-LaF_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3-LaF_3$ 、 $HfO_2-SiO_2-Cr_2O_3-LaF_3$ 、 $HfO_2-SiO_2-Ga_2O_3-LaF_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $HfO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $HfO_2-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-Ga_2O_3$ 、 $HfO_2-Cr_2O_3$ 、 $HfO_2-Ga_2O_3$ 、 $SnO_2-Ga_2O_3-SiC$ 、 $SnO_2-Ga_2O_3$ 、 Ga_2O_3-SiC 、 SnO_2-SiC を用いてもよい。さらに誘電体層302は、 $ZnS-SiO_2$ を用いることもできる。

【0084】

第1の記録層304は、実施の形態2における記録層204と同様の機能を有し、材料も同様の材料を用いることができる。 $(GeTe)_x [(M_2Te_3)_y (Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) において、よりGeTeが多い、 $91 < x < 100$ が好ましい。

【0085】

また、 $[(SnTe)_z (GeTe)_{1-z}]_x [(M_2Te_3)_y (Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) においても、GeTeが多い、 $91 < x < 100$ が好ましい。第1の情報層317は高い光透過率を要するため、第1の記録層304での光吸収は小さいことが望ましい。よって、第2の記録層311と比較して、第1の記録層304の厚さは、より薄く設計することが好ましい。具体的には、3 nm~9 nmが好ましく、5 nm~7 nmがより好ましい。

【0086】

界面層303は、実施の形態1における界面層103と同様の機能を有する。材料も好ましい膜厚も同様である。なお、誘電体層302が硫化物を含まない材料である場合には、界面層303は設けなくてもよい。

【0087】

カバー層301は、実施の形態2のカバー層201と同様の機能を有し、同様の材料を用いることができる。厚みは、カバー層301の表面から第2の記録層311までの距離が、 $50 \mu m \sim 120 \mu m$ となるように設定する。例えば、中間層308が $15 \mu m$ で、カバー層301が $85 \mu m$ であってよい。また、中間層308が $25 \mu m$ で、カバー層301が $75 \mu m$ であってよい。また、中間層308が $35 \mu m$ で、カバー層301が $65 \mu m$ であってよい。カバー層301の好ましい膜厚は、 $40 \mu m \sim 100 \mu m$ である。

【0088】

以上において、記録層を有する情報層を2つ有する構成の情報記録媒体を説明した。複数の記録層を有する情報記録媒体は、この構成に限定されず、情報層を3つ以上含む構成とすることも可能である。また、図示した形態の変形例は、例えば2つの情報層のうち、一つを可逆的相変化を生じる本発明の記録層を有する情報層とし、一つを非可逆的相変化を生じる記録層を有する情報層としたものである。また、情報層を3つ有する情報記録媒

体においては、3つの情報層のうち一つを再生専用の情報層とし、一つを可逆的相変化を生じる本発明の記録層を有する情報層とし、一つを非可逆的相変化を生じる記録層を有する情報層とすることも可能である。このように、情報層を2以上有する情報記録媒体には、種々の形態のものがある。いずれの形態においても、可逆的相変化を生じる記録層を（式1）または（式2）で書き表される材料とすることによって、結晶化速度が大きく、且つ非晶質相の安定性にも優れた記録層を得ることができる。さらに、情報記録媒体が高線速度且つ広い線速度範囲において、高い消去性能と優れた記録保存性を得ることができる。

【0089】

続いて、実施の形態3の情報記録媒体300を製造する方法を説明する。情報記録媒体300は、支持体となる基板315上に、第2の情報層316、中間層308、第1の情報層317、カバー層301を順に形成していく。

【0090】

詳しくは、案内溝（グループ面とランド面）が形成された基板315を成膜装置に配置し、基板315の案内溝が形成された表面に、反射層314を成膜する工程（工程n）、誘電体層313を成膜する工程（工程o）、界面層312を成膜する工程（工程p）、第2の記録層311を成膜する工程（工程q）、界面層310を成膜する工程（工程r）、誘電体層309を成膜する工程（工程s）を順次実施し、さらに、誘電体層309の表面に、中間層308を形成する工程を実施し、それから中間層308の表面に誘電体層307を成膜する工程（工程t）、反射層306を成膜する工程（工程u）、誘電体層305を成膜する工程（工程v）、第1の記録層304を成膜する工程（工程w）、界面層303を成膜する工程（工程x）、及び誘電体層302を成膜する工程（工程y）を順次実施し、さらに、誘電体層302の表面にカバー層301を形成する工程を実施することにより、製造される。

【0091】

最初に、基板315の案内溝が形成された面に、反射層314を成膜する工程nを実施する。工程nは、実施の形態1の工程gと同様にして実施される。

【0092】

次に、工程oを実施して、反射層314の表面に、誘電体層313を成膜する。工程oは、実施の形態1の工程aと同様にして実施される。

【0093】

次に、工程pを実施して、誘電体層313の表面に、界面層312を成膜する。工程pは、実施の形態1の工程bと同様にして実施される。

【0094】

次に、工程qを実施して、界面層312の表面に、第2の記録層311を成膜する。工程qは、実施の形態2の工程kと同様にして実施される。

【0095】

次に、工程rを実施して、第2の記録層311の表面に、界面層310を成膜する。工程rは、実施の形態1の工程bと同様にして実施される。

【0096】

次に、工程sを実施して、界面層310の表面に、誘電体層309を成膜する。工程sは、実施の形態1の工程aと同様にして実施される。

【0097】

工程n～sにより第2の情報層316を形成した基板315を、スパッタリング装置から取り出し、中間層308を形成する。中間層308は次の手順で形成される。まず、誘電体層309の表面に、紫外線硬化性樹脂を例えばスピンコートにより塗布する。次に、中間層に形成すべき案内溝と相補的である凹凸を有するポリカーボネート基板の凹凸形成面を、紫外線硬化性樹脂に密着させる。その状態で紫外線を照射して樹脂を硬化させた後、凹凸を有するポリカーボネート基板を剥離する。それにより、前記凹凸に相補的な形状の案内溝が紫外線硬化性樹脂に形成されて、形成すべき案内溝を有する中間層308が形

成される。基板 315 に形成された案内溝と中間層 308 に形成された案内溝の形状は、同様であってもよいし、異なってもよい。別法において、中間層 308 は、誘電体層 309 を保護する層を紫外線硬化性樹脂で形成し、その上に案内溝を有する層を形成することにより、形成してよい。その場合、得られる中間層は 2 層構造である。あるいは、中間層は、3 以上の層を積層して構成してよい。

【0098】

中間層 308 まで形成した基板 315 を再びスパッタリング装置に配置して、中間層 308 の表面に第 1 の情報層 317 を形成する。第 1 の情報層 317 を形成する工程は、工程 t ~ y に相当する。

【0099】

工程 t は、中間層 308 の案内溝を有する面に、誘電体層 307 を成膜する工程である。工程 t においては、高周波電源を使用し、 TiO_2 材料を含むスパッタリングターゲットを用いて、希ガス雰囲気中又は希ガスと O_2 ガスの混合ガス雰囲気中で、スパッタリングを実施する。また、酸素欠損形の TiO_2 スパッタリングターゲットであれば、パルス発生形の直流電源を用いてスパッタリングすることもできる。

【0100】

次に、工程 u を実施して、誘電体層 307 の表面に反射層 306 を成膜する。工程 u においては、直流電源を使用し、Ag を含む合金のスパッタリングターゲットを用いて、希ガス雰囲気中でスパッタリングを実施する。

【0101】

次に、工程 v を実施して、反射層 306 の表面に誘電体層 305 を成膜する。工程 v は、工程 a と同様にして実施される。

【0102】

次に、工程 w を実施して、誘電体層 305 の表面に第 1 の記録層 304 を成膜する。工程 w は、工程 k と同様にして実施される。

【0103】

次に、工程 x を実施して、第 1 の記録層 304 の表面に界面層 303 を成膜する。工程 x は、工程 b と同様にして実施される。

【0104】

次に、工程 y を実施して、界面層 303 の表面に誘電体層 302 を成膜する。工程 y は、工程 a と同様にして実施される。

【0105】

このように、工程 t ~ y を順次実施して、第 1 の情報層 317 を形成する。

【0106】

第 1 の情報層 317 まで形成した基板 315 をスパッタリング装置から取り出す。それから、誘電体層 302 の表面に、実施の形態 2 と同様にカバー層 301 を形成する。例えば、紫外線硬化性樹脂が厚み $10\ \mu\text{m}$ 、シートが厚み $65\ \mu\text{m}$ で、厚み $75\ \mu\text{m}$ のカバー層 301 が形成できる。また、誘電体層 302 の表面に、厚み $75\ \mu\text{m}$ の紫外線硬化性樹脂を例えばスピンコート法により塗布して、紫外線を照射して樹脂を硬化させ、カバー層 301 を形成することもできる。このようにして、カバー層形成工程を終了させる。

【0107】

カバー層形成工程が終了した後は、必要に応じて、第 2 の情報層 316 及び第 1 の情報層 317 の初期化工程を実施する。初期化工程は、中間層 308 を形成する前もしくは後に、第 2 の情報層 316 について実施し、カバー層 301 を形成する前もしくは後に、第 1 の情報層 317 について実施してよい。あるいは、カバー層 301 を形成する前もしくは後に、第 1 の情報層 317 および第 2 の情報層 316 について初期化工程を実施してもよい。

【0108】

このように、工程 n ~ s、中間層形成工程、工程 t ~ y、およびカバー層形成工程を順次実施することにより、実施の形態 3 の情報記録媒体 300 を製造することができる。

【0109】

(実施の形態4)

本発明の実施の形態4として、電気的エネルギーを印加して情報の記録および再生を実施する情報記録媒体の一例を説明する。図4に、その情報記録媒体400の一部断面とそれを使用するシステムの一例を示す。情報記録媒体400は、いわゆるメモリである。

【0110】

情報記録媒体400は、基板401の表面に、下部電極402、記録層403および上部電極404がこの順に形成されている。

【0111】

基板401として、具体的には、Si基板などの半導体基板、またはポリカーボネート基板、SiO₂基板およびAl₂O₃基板などの絶縁性基板を使用できる。下部電極402および上部電極404は、適当な導電材料で形成される。下部電極402および上部電極404は、例えば、Au、Ag、Pt、Al、Ti、WおよびCrならびにこれらの混合物のような金属をスパッタリングすることにより形成される。本発明の記録層403は、電気的エネルギーを印加することによって生じるジュール熱によっても、結晶相と非晶質相との間で可逆的相変化を生じ得る。記録層403は、(式1)の(GeTe)_x[(M₂Te₃)_y(Bi₂Te₃)_{1-y}]_{100-x}(mol%)、もしくは(式2)の[(SnTe)_z(GeTe)_{1-z}]_x[(M₂Te₃)_y(Bi₂Te₃)_{1-y}]_{100-x}(mol%)を用いることができる。この情報記録媒体400については、後述の実施例において、その作動方法とともにさらに説明する。

【実施例】

【0112】

次に、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【0113】

(実施例1)

実施例1では、DVD-RAM仕様の実験を行った。図1の情報記録媒体100を製造し、記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。情報記録媒体100は、記録層104のM材料の異なるものを3種類(媒体番号100-1~3)準備した。また、比較のためにMが無い記録層104を有する媒体100(比較例)も準備した。記録再生評価並びに信頼性評価は、5倍速と16倍速で実施した。以下に実施内容を具体的に説明する。

【0114】

はじめに、情報記録媒体100の製造方法について説明する。基板101として、案内溝(深さ50nm、グルーブランド間0.615μm)が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ0.6mm)を準備し、スパッタリング装置内に取り付けた。

【0115】

基板101の案内溝形成側表面に、誘電体層102として(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀(mol%)を138nm、界面層103として(ZrO₂)₂₅(SiO₂)₂₅(Cr₂O₃)₅₀(mol%)を5nm、記録層104を7nm積層した。記録層104は、(式1)の(GeTe)₈₉[(M₂Te₃)_{0.1}(Bi₂Te₃)_{0.9}]₁₁(mol%)で表され、Mが、Al、Ga、Inのいずれかである。次に記録層104上に、界面層105として(ZrO₂)₂₅(SiO₂)₂₅(Cr₂O₃)₅₀(mol%)を5nm、誘電体層106として(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀(mol%)を35nm、光吸収補正層107としてSi₂Crを30nm、反射層108としてAg-Pd-Cuを80nm、順に積層した。

【0116】

各層のスパッタリング条件を説明する。誘電体層102および誘電体層106は、直径100mmで厚さ6mmの(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀(mol%)スパッタリングターゲットを、Arガスに3%のO₂ガスを混合した圧力0.13Paの雰囲気、高周波電源を用いて400Wの出力でスパッタリングして形成した。界面層103および界面

層105は、直径100mmで厚さ6mmの $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ (mol%) スパッタリングターゲットを、Arガス圧力0.13Paの雰囲気中で、高周波電源を用いて500Wの出力でスパッタリングして形成した。記録層104は、直径100mmで厚さ6mmの、Geと、Teと、Mと、Biとを含むスパッタリングターゲットを、圧力0.13PaのArガス雰囲気中で、直流電源を用いて100Wの出力でスパッタリングして、 $(GeTe)_{89}[(M_2Te_3)_{0.1}(Bi_2Te_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%) 膜を形成した。この際、Mが、Al、Ga、Inのいずれかであるスパッタリングターゲット3種類を用いた。記録層104形成に際しては、スパッタリングターゲットの組成とそれから形成される膜の組成とは必ずしも一致しないため、膜組成が所望の組成になる様に、スパッタリングターゲットの組成を調整した。光吸収補正層107は、直径100mmで厚さ6mmの、SiとCrを含むスパッタリングターゲットを、Arガス圧力0.27Paの雰囲気中で、高周波電源を用いて300Wの出力でスパッタリングして形成した。反射層108は、直径100mmで厚さ6mmのAg-Pd-Cuスパッタリングターゲットを、Arガス圧力0.4Paの雰囲気中で、直流電源を用いて200Wの出力でスパッタリングして形成した。

【0117】

以上のようにして基板101の上に誘電体層102、界面層103、記録層104、界面層105、誘電体層106、光吸収補正層107および反射層108を順次成膜して積層体を形成した後、紫外線硬化性樹脂を反射層108の上に塗布し、塗布した紫外線硬化性樹脂の上に、ダミー基板110として直径120mm、厚み0.6mmの円形のポリカーボネート基板を密着させた。そして、ダミー基板110の側から紫外線を照射して樹脂を硬化させた。これにより、硬化した樹脂から成る接着層109を30μmの厚さで形成すると同時に、ダミー基板110を接着層109を介して積層体に貼り合わせた。

【0118】

ダミー基板110を貼り合わせた後、初期化工程を実施した。初期化工程においては、波長810nmの半導体レーザを使って、情報記録媒体100の記録層104を、半径22~60mmの範囲の環状領域内ではほぼ全面に亘って結晶化させた。これにより初期化工程が終了し、媒体番号100-1~3の情報記録媒体100の作製が完了した。作製した媒体番号100-1~3、および比較例共に、鏡面部反射率がRc約16%、Ra約2%であった。

【0119】

次に、記録再生評価方法について説明する。

【0120】

情報記録媒体100に情報を記録するために、情報記録媒体100を回転させるスピンドルモータと、レーザ光111を発する半導体レーザを備えた光学ヘッドと、レーザ光111を情報記録媒体100の記録層104上に集光させる対物レンズとを具備した一般的な構成の記録再生装置を用いた。情報記録媒体100の評価においては、波長660nmの半導体レーザと開口数0.65の対物レンズを使用し、4.7GB容量相当の記録を行った。情報記録媒体100を回転させる回転数は、9000回転/分から11000回転/分の範囲とした。これにより、ディスク最内周では5倍速相当の約20m/秒、最外周では16倍速相当の約65m/秒での記録ができる。記録した信号の再生評価は、2倍速相当の約8m/秒で、1mWのレーザ光を照射して実施した。なお、再生評価条件は、2倍速より大きな線速度で実施してもよく、再生パワーも1mWよりも大きいパワーで実施してもよい。

【0121】

記録再生評価は、ジッタ値（所定の長さの記録マークが、所定の位置からどれだけずれて書かれているかを統計的に評価する指標）と消去率（記録層の結晶化速度を評価する指標）について実施した。

【0122】

まず、ジッタ値を測定する条件を決めるために、ピークパワー（Pp）およびバイアス

パワー (P_b) を以下の手順で設定した。レーザ光 111 を高パワーレベルと低パワーレベルとの間でパワー変調しながら情報記録媒体 100 に向けて照射して、マーク長 $0.42\ \mu\text{m}$ (3 T) $\sim 1.96\ \mu\text{m}$ (14 T) のランダム信号を (グループ記録により) 記録層 104 の同一のグループ表面に 10 回記録した。その際、レーザ光は、ノンマルチパルス照射した。そして、タイムインターバルアナライザを用いて、前端間のジッタ値および後端間のジッタ値を測定し、これらの平均値として平均ジッタ値を求めた。バイアスパワーを一定の値に固定し、ピークパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、ピークパワーを徐々に増加させて、ランダム信号の平均ジッタ値が 13% に達したときのピークパワーの 1.3 倍のパワーを仮に P_{p1} と決めた。次に、ピークパワーを P_{p1} に固定し、バイアスパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、ランダム信号の平均ジッタ値が 13% 以下となったときの、バイアスパワーの上限値および下限値の平均値を P_b に設定した。そして、バイアスパワーを P_b に固定し、ピークパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、ピークパワーを徐々に増加させて、ランダム信号の平均ジッタ値が 13% に達したときのピークパワーの 1.3 倍のパワーを P_p に設定した。 P_p と P_b の設定は、16 倍速および 5 倍速において、グループ記録及びランド記録に対して行う。このようにして設定した P_p および P_b の条件で記録した場合、例えば 10 回繰り返し記録において、16 倍速記録および 5 倍速記録において 8~9% の平均ジッタ値が得られた。システムのレーザパワー上限値を考慮すれば、16 倍速でも、 $P_p \leq 30\ \text{mW}$ 、 $P_b \leq 13\ \text{mW}$ を満足することが望ましい。

【0123】

次に、消去率測定方法について説明する。上記の P_p および P_b のレーザパワーで、3 T の単一信号と 11 T の単一信号を交互に計 10 回記録する。11 回目に 3 T 信号を記録し、スペクトラムアナライザを用いて、3 T 信号の信号振幅 (単位: dBm) を測定しておく。次に、12 回目に 11 T 信号を記録して、3 T 信号がどれだけ減衰したか測定する。この減衰量を消去率 (単位: dB) と定義する。消去率が高い方が、結晶化速度が大きい。値としては、25 dB 以上が好ましい。消去率は、高線速度になるほど低下するため、16 倍速において、グループ記録及びランド記録に対して測定した。

【0124】

次に信頼性評価について説明する。信頼性評価は、記録した信号が高温条件下に置かれても保存されるかどうか、また、高温条件下に置かれた後も書換が可能かどうかを調べるために実施する。評価には、上記と同様の記録再生装置を用いた。予め、上述の 3 種類の情報記録媒体 100 に、上記の P_p および P_b のパワーでランダム信号を、16 倍速および 5 倍速の条件で、グループおよびランドに複数トラック記録し、ジッタ値 j (%) を測定しておく。温度 80℃、相対湿度 20% の恒温槽にこれらの媒体を 100 時間放置した後、取り出す。取り出した後、記録しておいた信号を再生してジッタ値 j_a (%) を測定する (記録保存性)。また、記録していた信号に P_p と P_b で 1 回オーバーライトしてジッタ値 j_o (%) を測定する (書換保存性)。恒温槽に放置する前のジッタ値と放置した後のジッタ値を比較して、信頼性を評価する。 $\Delta j_a = (j_a - j)$ (%)、 $\Delta j_o = (j_o - j)$ (%) とすると、 Δj_a および Δj_o が増加していると信頼性は芳しくない。記録保存性 (Δj_a) は低倍速で劣化しやすく、書換保存性 (Δj_o) は高倍速で劣化しやすい。したがって、本実施例においては、5 倍速の Δj_a と 16 倍速の Δj_o を、グループ及びランドで評価した。 Δj_a および Δj_o の増加が共に少ないほど、広い線速度範囲で利用できる情報記録媒体である。

【0125】

3 種類の情報記録媒体と比較例の、16 倍速における消去率、5 倍速における Δj_a と 16 倍速における Δj_o の評価結果および P_p と P_b の値を (表 1) に示す。

【0126】

表中、消去率は、30 dB 以上であれば S、25 dB 以上 30 dB 未満であれば A、20 dB 以上 25 dB 未満であれば B、20 dB 未満であれば C で示す。 Δj_a と Δj_o は

共に、2%未満であればS、2%以上3%未満であればA、3%以上5%未満であればB、5%以上であればCで示す。C評価は、その線速度での使用が困難であることを示し、B～S評価は使用可能である。B評価は好ましく、A評価はより好ましく、S評価はさらに好ましい。

【0127】

【表1】

媒体番号	記録層104組成(mol%)	記録面	16倍速	5倍速	16倍速	16倍速		5倍速	
			消去率	ΔJ_a	ΔJ_o	Pp(mW)	Pb(mW)	Pp(mW)	Pb(mW)
100-1	$(\text{GeTe})_{89}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$	グループ	A	A	A	27.0	10.5	15.8	7.6
		ランド	A	A	A	27.5	11.0	16.2	8.0
100-2	$(\text{GeTe})_{89}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$	グループ	A	A	A	26.8	10.8	15.8	7.5
		ランド	A	A	A	27.3	11.3	16.2	7.9
100-3	$(\text{GeTe})_{89}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$	グループ	A	A	A	27.0	10.8	15.8	7.6
		ランド	A	A	A	27.4	11.3	16.2	8.1
比較例	$(\text{GeTe})_{89}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{11}$	グループ	S	C	S	27.2	10.1	16.2	7.5
		ランド	S	C	S	27.5	10.6	16.5	7.8

【0128】

(表1)に示す様に、媒体番号100-1～3は、16倍速消去率、5倍速記録保存性、16倍速書換保存性について、SまたはAの評価が得られた。また、PpとPbの値も良好であった。一方、比較例のMを含まない記録層104を用いると、16倍速消去率と16倍速書換保存性でSであるのに対し、5倍速記録保存性がC評価となった。結晶化速度が大きすぎて、低線速度における記録保存性が確保できなかった。このように、記録層104に、MがAl、Ga、Inである $(\text{GeTe})_{89}[(\text{M}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)材料を用いることにより、高線速度における高い消去性能と、5倍速～16倍速の広い線速度範囲における高い信頼性を確保することができた。

【0129】

(実施例2)

実施例2も、DVD-RAM仕様の実験を行った。図1の情報記録媒体100を製造し、記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。情報記録媒体100は、記録層104のM材料がInで、y値の異なるものを6種類(媒体番号100-4～9)準備した。また、比較のためにMがInで、yが1である記録層104を有する媒体100(比較例)および実施例1で評価した比較例も準備した。記録再生評価並びに信頼性評価は、5倍速、6倍速、12倍速、16倍速で実施した。以下に実施内容を具体的に説明する。

【0130】

情報記録媒体100の製造方法について説明する。基板101、誘電体層102、界面層103は、実施例1と同様の材料、形状、膜厚で製造される。記録層104を7nm積層した。記録層104は、(式1)の $(\text{GeTe})_{89}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{11}$ (mol%)で表され、yが、0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5のいずれかである。界面層105、誘電体層106、光吸収補正層107、反射層108は、実施例1と同様の材料と膜厚で製造される。

【0131】

各層のスパッタリング条件は、誘電体層102から反射層108まで、実施例1と同様である。貼り合わせ工程、初期化工程も実施例1と同様である。

【0132】

作製した媒体番号100-4～9、および比較例共に、鏡面部反射率がRc約16%、Ra約2%であった。

【0133】

次に、記録再生評価方法について説明する。

【0134】

実施例1と同様の記録再生装置を用いて、5倍速、6倍速、12倍速、16倍速の、グループおよびランドのPpおよびPbを実施例1と同様に決めた。そのPpとPbで各々の線速度における消去率と記録保存性、書換保存性を評価した。

【0135】

7種類の情報記録媒体と2つの比較例の、5、6、12、16倍速におけるグループ記録における消去率、 Δja 、 Δjo の評価結果を(表2)に示す。

【0136】

表中の記号は、実施例1と同様の判定基準である。ただし、“-”の条件は消去率が悪く、PpとPbが決定できず、記録保存性と書換保存性の評価ができなかったことを示す。

【0137】

【表2】

媒体番号	記録層104組成(mol%)	消去率				Δja				Δjo			
		5倍速	6倍速	12倍速	16倍速	5倍速	6倍速	12倍速	16倍速	5倍速	6倍速	12倍速	16倍速
100-4	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.05}(Bi_2Te_3)_{0.95}]_{11}$	S	S	A	A	B	B	A	A	S	S	A	A
100-5	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.1}(Bi_2Te_3)_{0.9}]_{11}$	S	S	A	A	A	A	A	A	S	S	A	A
100-6	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.2}(Bi_2Te_3)_{0.8}]_{11}$	S	A	A	B	A	A	A	A	S	A	A	B
100-7	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_{11}$	A	A	B	B	A	S	S	S	A	A	B	B
100-8	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.4}(Bi_2Te_3)_{0.6}]_{11}$	A	A	B	B	A	S	S	S	A	A	B	B
100-9	$(GeTe)_{89}[(In_2Te_3)_{0.5}(Bi_2Te_3)_{0.5}]_{11}$	A	B	B	C	S	S	S	-	A	B	B	-
比較例	$(GeTe)_{89}(In_2Te_3)_{11}$	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-
比較例	$(GeTe)_{89}(Bi_2Te_3)_{11}$	S	S	S	S	C	C	C	C	S	S	S	S

【0138】

(表2)に示す様に、媒体番号100-4~8は、5倍速から16倍速で利用できる。媒体番号100-9は、16倍速の消去率がC評価であったが、他の線速度では、B以上の評価が得られているので、5倍速から12倍速で利用できる。これに対し、比較例のy=1の組成では、5倍速から16倍速での消去率がC評価であった。結晶化速度が不足して、5倍速以上の線速度で使えないことがわかった。また、 M_2Te_3 を含まない組成では、5倍速から16倍速の Δja がC評価であった。この組成は、結晶化速度が過剰で、16倍速以下では使えないことがわかった。ランド記録でも同様の結果が得られた。

【0139】

また、媒体番号100-4~9について、使用できる線速度における繰り返し記録性能も10万回まで評価したが、 In_2Te_3 を添加したことによる相分離は生じず、前端間のジッタ値および後端間のジッタ値共に12%以下で、画像ファイル用途には十分で、データファイル用途としても十分実用できるレベルにあった。

【0140】

このように、x=89において、少なくとも $0 < y \leq 0.5$ の範囲で、高線速度且つ線速度範囲2.4倍以上で利用できることが確認された。すなわち、CAVの高速記録が可能となる優れた情報記録媒体が得られる。

【0141】

(実施例3)

実施例3は、記録層104に $(GeTe)_{89}[(Ga_2Te_3)_y(Bi_2Te_3)_{1-y}]_{11}$ (mol%)で表される材料を用いて、実施例2と同様の評価を行った。その結果、実施例2と同様にx=89において、少なくとも $0 < y \leq 0.5$ の範囲で、CAVの高速記録が可能であるという良好な結果が得られた。

【0142】

(実施例4)

実施例4は、記録層104に $(\text{GeTe})_{89}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{11}$ (mol%) で表される材料を用いて、実施例2と同様の評価を行った。その結果、実施例2と同様に $x=89$ において、少なくとも $0 < y \leq 0.5$ の範囲で、CAVの高速記録が可能であるという良好な結果が得られた。

【0143】

(実施例5)

実施例5では、Blu-ray Disc仕様の実験を行った。図2の情報記録媒体200を製造し、記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。情報記録媒体200は、記録層204のy値の異なるものを8種類(媒体番号200-1~8)準備した。MがInで、 $x=97$ 、 $y=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$ である、 $(\text{GeTe})_{97}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_3$ (mol%) で表される組成を用いた。また、比較のためにMが無い記録層104またはBiの無い記録層104を有する媒体200(比較例)も準備した。記録再生評価並びに信頼性評価は、1倍速、2倍速、4倍速で実施した。以下に実施内容を具体的に説明する。

【0144】

はじめに、情報記録媒体200の製造方法について説明する。基板208として、案内溝(深さ20nm、グルーブグルーブ間0.32μm)が形成されたポリカーボネート基板(直径120mm、厚さ1.1mm)を準備し、スパッタリング装置内に取り付けた

。

【0145】

基板208の案内溝形成側表面に、反射層207としてAg-Pd-Cuを80nm、誘電体層206として $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Ga}_2\text{O}_3)_{50}$ (mol%) を20nm、界面層205は設けずに、記録層204を11nm積層した。記録層204は(式1)の $(\text{GeTe})_{97}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_3$ (mol%) で表され、 $y=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$ のいずれかである。比較例は、 $(\text{GeTe})_{97}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_3$ (mol%)、 $(\text{GeTe})_{97}(\text{In}_2\text{Te}_3)_3$ (mol%) で表される。次に記録層204上に、界面層203として $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ (mol%) を5nm、誘電体層202として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ (mol%) を60nm、順に積層した。

【0146】

各層のスパッタリング条件を説明する。反射層207は、実施例1の反射層108と同様の条件で形成した。誘電体層206は、直径100mmで厚さ6mmの $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Ga}_2\text{O}_3)_{50}$ (mol%) スパッタリングターゲットを、Arガス圧力0.13Paの雰囲気で、高周波電源を用いて500Wの出力でスパッタリングして形成した。

【0147】

記録層204は、直径100mmで厚さ6mmの、Geと、Teと、Mと、Biとを含むスパッタリングターゲットを、圧力0.13PaのArガス雰囲気で、直流電源を用いて100Wの出力でスパッタリングして、 $(\text{GeTe})_{97}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_3$ (mol%) 膜を形成した。この際、 $y=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$ となるスパッタリングターゲット8種類を用いた。記録層204形成に際しては、スパッタリングターゲットの組成とそれから形成される膜の組成とは必ずしも一致しないため、膜組成が所望の組成になる様に、スパッタリングターゲットの組成を調整した。界面層203は、実施例1の界面層103および105と同様の条件で形成した。誘電体層202は、実施例1の誘電体層102および誘電体層106と同様の条件で形成した。

【0148】

以上のようにして基板208の上に反射層207、誘電体層206、記録層204、界面層203および誘電体層202を順次成膜した基板208をスパッタリング装置から取

り出す。それから、誘電体層 202 の表面に紫外線硬化性樹脂をスピンコート法で塗布した。塗布した紫外線硬化性樹脂の表面に、円盤状のシートを密着させて、紫外線をシート側から照射して樹脂を硬化させ、カバー層 201 を形成した。厚みは、紫外線硬化性樹脂が $10\text{ }\mu\text{m}$ 、シートが $90\text{ }\mu\text{m}$ で、カバー層 201 としては $100\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0149】

カバー層形成工程終了後、初期化工程を実施した。初期化工程においては、波長 810 nm の半導体レーザを使って、情報記録媒体 200 の記録層 204 を、半径 $22\sim 60\text{ mm}$ の範囲の環状領域内ではほぼ全面に亘って結晶化させた。これにより初期化工程が終了し、媒体番号 200-1~5 の情報記録媒体 200 の作製が完了した。作製した媒体番号 200-1~5 は、鏡面部反射率が R_c 約 18% 、 R_a 約 3% であった。

【0150】

次に、記録再生評価方法について説明する。

【0151】

情報記録媒体 200 に情報を記録するために、情報記録媒体 200 を回転させるスピンドルモータと、レーザ光 209 を発する半導体レーザを備えた光学ヘッドと、レーザ光 209 を情報記録媒体 200 の記録層 204 上に集光させる対物レンズとを具備した一般的な構成の記録再生装置を用いた。情報記録媒体 200 の評価においては、波長 405 nm の半導体レーザと開口数 0.85 の対物レンズを使用し、 25 GB 容量相当の記録を行った。情報記録媒体 200 は、1 倍速 (4.92 m/秒 、データ転送レート: 36 Mbps)、2 倍速 (9.84 m/秒 、 72 Mbps)、4 倍速 (19.68 m/秒 、 144 Mbps) の線速度となるように回転数を変え、記録した。記録した信号の再生評価は、1 倍速相当で、 0.35 mW のレーザ光を照射して実施した。なお、再生評価条件は、1 倍速より大きな線速度で実施してもよく、再生パワーも 0.35 mW よりも大きいパワーで実施してもよい。平均ジッタ値 (前端間ジッタと後端間ジッタとの平均値) を求める際のジッタ値の測定には、タイムインターバルアナライザーを用いた。本実施例のジッタ値は、リミット・イコライズド・ジッタ値 (LEQジッタ値) を指す。

【0152】

まず、ジッタ値を測定する条件を決めるために、ピークパワー (P_p) 及びバイアスパワー (P_b) を以下の手順で設定した。レーザ光 209 を、高パワーレベルのピークパワー (mW) と低パワーレベルのバイアスパワー (mW) との間でパワー変調しながら情報記録媒体 200 に向けて照射して、2 T (マーク長 $0.149\text{ }\mu\text{m}$) から 8 T (マーク長 $0.596\text{ }\mu\text{m}$) のランダム信号を記録層 204 の同一のグループ表面に 10 回記録した。

【0153】

記録した後、平均ジッタ値を測定した。バイアスパワーを一定の値に固定し、ピークパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、平均ジッタ値が最小値になるピークパワーを P_{p1} に設定した。ピークパワーを P_{p1} に固定し、バイアスパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、平均ジッタ値が最小値になるバイアスパワーを P_b に設定した。再び、バイアスパワーを P_b に固定し、ピークパワーを種々変化させた各記録条件について平均ジッタ値を測定し、平均ジッタ値が最小値になるピークパワーを P_p に設定した。媒体番号 200-3 において、得られた P_p は、 36 Mbps においては 5 mW 、 72 Mbps においては 5.5 mW 、 144 Mbps においては 7.4 mW であり、十分システムバランスがとれる値であった。また、得られた LEQジッタ値は、 36 Mbps においては 5.7% 、 72 Mbps においては 5.9% 、 144 Mbps においては 7.5% であり、十分システムバランスがとれる値であった。

【0154】

次に、消去率測定方法について説明する。上記の P_p および P_b のレーザパワーで、2 T の単一信号と 9 T の単一信号を交互に計 10 回記録する。11 回目に 2 T 信号を記録し、スペクトラムアナライザーを用いて、2 T 信号の信号振幅 (単位: dBm) を測定して

おく。次に、12回目に9T信号を記録して、2T信号がどれだけ減衰したか測定する。この減衰量を消去率（単位：dB）と定義する。消去率が大きい方が、結晶化速度が大きい。値としては、25dB以上が好ましい。消去率は、高線速度になるほど低下する。

【0155】

次に信頼性評価について説明する。信頼性評価は、記録した信号が高温条件下に置かれても保存されるかどうか、また、高温条件下に置かれた後も書換が可能かどうかを調べるために実施する。評価には、上記と同様の記録再生装置を用いた。予め、上述の3種類の情報記録媒体200に、上記のPpおよびPbのパワーでランダム信号を、1倍速、2倍速、4倍速の条件で、グループに複数トラック記録し、ジッタ値j（%）を測定しておく。温度80℃、相対湿度20%の恒温槽にこれらの媒体を100時間放置した後、取り出す。取り出した後、記録しておいた信号を再生してジッタ値ja（%）を測定する（記録保存性）。また、記録していた信号にPpとPbで1回オーバーライトしてジッタ値jo（%）を測定する（書換保存性）。恒温槽に放置する前のジッタ値と放置した後のジッタ値を比較して、信頼性を評価する。 $\Delta ja = (ja - j)$ （%）、 $\Delta jo = (jo - j)$ （%）とすると、 Δja および Δjo が増加していると信頼性は芳しくない。記録保存性（ Δja ）は低倍速で劣化しやすく、書換保存性（ Δjo ）は高倍速で劣化しやすい。 Δja および Δjo の増加が共に少ないほど、広い線速度範囲で利用できる情報記録媒体である。

【0156】

5種類の情報記録媒体と比較例の、1、2、4倍速における消去率、 Δja 、 Δjo の評価結果を（表3）に示す。表中、消去率は、30dB以上であればS、25dB以上30dB未満であればA、20dB以上25dB未満であればB、20dB未満であればCで示す。 Δja と Δjo は共に、2%未満であればS、2%以上3%未満であればA、3%以上5%未満であればB、5%以上であればCで示す。C評価は、その線速度での使用が困難であることを示し、B～S評価は使用可能であることを示す。B評価は好ましく、A評価はより好ましく、S評価はさらに好ましい。

【0157】

【表3】

媒体番号	記録層204組成 (mol%)	消去率			Δja			Δjo		
		1倍速	2倍速	4倍速	1倍速	2倍速	4倍速	1倍速	2倍速	4倍速
200-1	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) ₃ (Bi ₂ Te ₃) _{0.3}	S	S	S	B	B	B	S	S	S
200-2	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.2} (Bi ₂ Te ₃) _{0.8}	S	S	S	B	B	A	S	S	S
200-3	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.3} (Bi ₂ Te ₃) _{0.7}	S	S	A	B	A	A	S	S	A
200-4	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.4} (Bi ₂ Te ₃) _{0.6}	S	A	A	A	A	A	S	A	A
200-5	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.5} (Bi ₂ Te ₃) _{0.5}	A	A	A	A	A	S	A	A	A
200-6	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.6} (Bi ₂ Te ₃) _{0.4}	A	A	B	A	S	S	A	A	B
200-7	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.7} (Bi ₂ Te ₃) _{0.3}	A	B	B	S	S	S	A	B	B
200-8	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) _{0.8} (Bi ₂ Te ₃) _{0.2}	B	B	B	S	S	S	B	B	B
比較例	(GeTe) ₉₇ (In ₂ Te ₃) ₃	C	C	C	-	-	-	-	-	-
比較例	(GeTe) ₉₇ (Bi ₂ Te ₃) ₃	S	S	S	C	C	C	S	S	S

【0158】

（表3）に示す様に、媒体番号200-1～8は、すべての線速度でB以上の評価が得られているので、1倍速から4倍速で利用できる。これに対し、比較例の(GeTe)₉₇(Bi₂Te₃)₃(mol%)は、1倍速から4倍速の Δja がC評価であった。この組成は、結晶化速度が過剰で、Blu-ray Disc仕様の4倍速以下では使用できないことがわかった。一方、(GeTe)₉₇(In₂Te₃)₃(mol%)は、1倍速から4倍速の消去率がC評価であった。この組成は、結晶化速度が不足して、Blu-ray Disc仕様の1倍速以上では使用できないことがわかった。媒体番号200-1～8について、繰り返し記録性能も1万回まで評価したが、In₂Te₃を添加した

ことによる相分離は生じず、前端間のジッタ値および後端間のジッタ値共に9%以下で、画像ファイル用途には十分で、データファイル用途としても十分実用できるレベルにあった。

【0159】

このように、 $(\text{GeTe})_x [(\text{In}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) で表される組成は、 $0 < y \leq 0.8$ の範囲で、線速度範囲2.4倍以上で使用できることが確認された。すなわち、Blu-ray Disc仕様でも、CAV記録が可能となる優れた情報記録媒体が得られた。

【0160】

(実施例6)

実施例6は、記録層204に $(\text{GeTe})_{97} [(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_3$ (mol%) で表される材料を用いて、実施例5と同様の評価を行った。その結果、実施例5と同様に $0 < y \leq 0.8$ の範囲で、CAV記録が可能であるという良好な結果が得られた。

【0161】

(実施例7)

実施例7は、記録層204に $(\text{GeTe})_{97} [(\text{Al}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_3$ (mol%) で表される材料を用いて、実施例5と同様の評価を行った。その結果、実施例5と同様に $0 < y \leq 0.8$ の範囲において、CAV記録が可能であるという良好な結果が得られた。

【0162】

(実施例8)

実施例8では、Blu-ray Disc仕様で、且つ2つの情報層を有する図3の情報記録媒体300を製造し、記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。情報記録媒体300は媒体番号300-1~3を準備した。具体的には、第1の記録層304に $(\text{GeTe})_x [(\text{In}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) または $[(\text{SnTe})_z (\text{GeTe})_{1-z}]_x [(\text{In}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) を用い、第2の記録層311に、 $(\text{GeTe})_x [(\text{In}_2\text{Te}_3)_y (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) を用いた。また、比較のために $(\text{GeTe})_{97} (\text{In}_2\text{Te}_3)_3$ (mol%) で書き表される第1の記録層304とMが無い第2の記録層311を有する媒体300(比較例)も準備した。記録再生評価並びに信頼性評価は、実施例5同様、1倍速、2倍速、4倍速で実施した。以下に実施内容を具体的に説明する。

【0163】

はじめに、情報記録媒体300の製造方法について説明する。基板315は、実施例5の基板208と同様の材料、形状のものを準備し、スパッタリング装置内に取り付けた。

【0164】

基板315の案内溝形成側表面に、反射層314としてAg-Pd-Cuを80nm、誘電体層313として $(\text{ZrO}_2)_{25} (\text{SiO}_2)_{25} (\text{Ga}_2\text{O}_3)_{50}$ (mol%) を17nm、界面層312は設けずに、第2の記録層311を11nm積層した。第2の記録層311は、(式1)の $(\text{GeTe})_{97} [(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.3} (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%) で表される。比較例は、 $(\text{GeTe})_{97} (\text{Bi}_2\text{Te}_3)_3$ (mol%) で表される。次に第2の記録層311上に、界面層310として $(\text{ZrO}_2)_{25} (\text{SiO}_2)_{25} (\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ (mol%) を5nm、誘電体層309として $(\text{ZnS})_{80} (\text{SiO}_2)_{20}$ (mol%) を60nm、順に積層した。これで、第2の情報層316が形成された。

【0165】

次に、誘電体層309の表面に、案内溝を有する中間層308を25μmの厚さで形成した。中間層308の案内溝形成側表面に、誘電体層307として TiO_2 を20nm、反射層306としてAg-Pd-Cuを10nm、誘電体層305として $(\text{ZrO}_2)_2$

5 (SiO₂)₂₅ (Ga₂O₃)₅₀ (mol%) を10 nm、第1の記録層304を6 nm積層した。第1の記録層304は、媒体番号300-1は、(式1)の (GeTe)₉₇ [(In₂Te₃)_{0.3} (Bi₂Te₃)_{0.7}]₃ (mol%) で表され、媒体番号300-2は、(式2)の [(SnTe)_{0.1} (GeTe)_{0.9}]₉₇ [(In₂Te₃)_{0.5} (Bi₂Te₃)_{0.5}]₃ (mol%) で表され、媒体番号300-3は、(式2)の [(SnTe)_{0.3} (GeTe)_{0.7}]₉₇ [(In₂Te₃)_{0.9} (Bi₂Te₃)_{0.1}]₃ (mol%) で表される。比較例は、(GeTe)₉₇ (In₂Te₃)₃ (mol%) で表される。次に第1の記録層304上に、界面層303として (ZrO₂)₂₅ (SiO₂)₂₅ (Cr₂O₃)₅₀ (mol%) を5 nm、誘電体層302として (ZnS)₈₀ (SiO₂)₂₀ (mol%) を40 nm、順に積層した。これで、第1の情報層317が形成された。

【0166】

各層のスパッタリング条件を説明する。反射層314を実施例1の反射層108と同様の条件で形成した。誘電体層313を実施例5の誘電体層206と同様の条件で形成した。第2の記録層311は、直径100 mmで厚さ6 mmの、Geと、Teと、Inと、Biとを含むスパッタリングターゲットを、圧力0.13 PaのArガス雰囲気中で、直流電源を用いて100 Wの出力でスパッタリングして、(GeTe)₉₇ [(In₂Te₃)_{0.3} (Bi₂Te₃)_{0.7}]₃ (mol%) 膜を形成した。第2の記録層311形成に際しては、スパッタリングターゲットの組成とそれから形成される膜の組成とは必ずしも一致しないため、膜組成が所望の組成になる様に、スパッタリングターゲットの組成を調整した。界面層310を、実施例1の界面層103および105と同様の条件で形成した。誘電体層309を、実施例1の誘電体層102および誘電体層106と同様の条件で形成した。

【0167】

以上のようにして基板315の上に反射層314、誘電体層313、第2の記録層311、界面層310および誘電体層309を順次成膜した基板315をスパッタリング装置から取り出す。

【0168】

次に、中間層308を、次の手順で形成した。まず、誘電体層309の表面に、紫外線硬化性樹脂をスピコートにより塗布した。次に、中間層に形成すべき案内溝と相補的である凹凸(深さ20 nm、グループグループ間0.32 μm)を有するポリカーボネート基板の凹凸形成面を、紫外線硬化性樹脂に密着させた。その状態で紫外線を照射して樹脂を硬化させた後、凹凸を有するポリカーボネート基板を剥離した。それにより、基板315と同様の形状の案内溝が中間層308の表面に形成された。

【0169】

中間層308まで形成した基板315を再びスパッタリング装置に配置して、中間層308の表面に第1の情報層317を形成した。

【0170】

まず、中間層308上に、誘電体層307を形成する。誘電体層307は、直径100 mmで厚さ6 mmのTiO₂ スパッタリングターゲットを、Arガスと3%の酸素ガスを混合した圧力0.13 Paの雰囲気中で、高周波電源を用いて400 Wの出力でスパッタリングして形成した。続いて、反射層306を反射層314と同様の条件で形成した。誘電体層305を誘電体層313と同様の条件で形成した。第1の記録層304は、直径100 mmで厚さ6 mmの、Geと、Teと、Inと、Biとを含むスパッタリングターゲットを、圧力0.13 PaのArガス雰囲気中で、直流電源を用いて50 Wの出力でスパッタリングして、(GeTe)₉₇ [(In₂Te₃)_{0.3} (Bi₂Te₃)_{0.7}]₃ (mol%) 膜を形成した。あるいは、直径100 mmで厚さ6 mmの、Geと、Snと、Teと、Inと、Biとを含むスパッタリングターゲットを、圧力0.13 PaのArガス雰囲気中で、直流電源を用いて50 Wの出力でスパッタリングして、[(SnTe)_{0.1} (GeTe)_{0.9}]₉₇ [(In₂Te₃)_{0.5} (Bi₂Te₃)_{0.5}]₃ (m

0.1%) 膜または $[(\text{SnTe})_{0.3}(\text{GeTe})_{0.7}]_{97}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.9}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.1}]_3$ (mol%) 膜を形成した。第1の記録層304は膜厚が薄いので、膜厚精度を確保するため、スパッタパワーは50Wと低パワーにした。なお、第1の記録層304形成に際しては、スパッタリングターゲットの組成とそれから形成される膜の組成とは必ずしも一致しないため、膜組成が所望の組成になる様に、スパッタリングターゲットの組成を調整した。界面層303を、実施例1の界面層103および105と同様の条件で形成した。誘電体層302を、実施例1の誘電体層102および誘電体層106と同様の条件で形成した。

【0171】

以上のようにして中間層308の上に誘電体層307、反射層306、誘電体層305、第1の記録層304、界面層303および誘電体層302を順次成膜した基板315をスパッタリング装置から取り出す。

【0172】

それから、誘電体層302の表面に紫外線硬化性樹脂をスピンコート法で塗布した。塗布した紫外線硬化性樹脂の表面に、円盤状のシートを密着させて、紫外線をシート側から照射して樹脂を硬化させ、カバー層301を形成した。厚みは、紫外線硬化性樹脂が10 μm 、シートが65 μm で、カバー層301としては75 μm である。

【0173】

カバー層形成工程終了後、初期化工程を実施した。初期化工程においては、波長810nmの半導体レーザーを使って、はじめに、第2の記録層311を初期化し、その後第1の記録層304を初期化した。いずれも半径22~60mmの範囲の環状領域内ではほぼ全面に亘って結晶化させた。これにより初期化工程が終了し、媒体番号300-1~3の情報記録媒体300の作製が完了した。作製した媒体番号300-1~3は、第1の情報層317および第2の情報層316ともに、鏡面部反射率がRc約6%、Ra約1%であった。

【0174】

第2の情報層316の反射率は、第1の情報層317を通ったレーザー光で測定している。

【0175】

また、第1の情報層317の光透過率はTc約51%、Ta約52%であった。

【0176】

次に、記録再生評価方法について説明する。

【0177】

情報記録媒体300に情報を記録するために、実施例5と同様の一般的な構成の記録再生装置を用いた。情報記録媒体300の評価においては、波長405nmのレーザー光318と開口数0.85の対物レンズを使用し、第1の情報層317と第2の情報層316の各々に25GB容量相当の記録を行った。情報記録媒体300は、実施例5と同様に、1倍速、2倍速、4倍速の線速度で記録した。記録した信号の再生評価は、1倍速相当で、0.7mWのレーザー光を照射して実施した。なお、再生評価条件は、1倍速より大きな線速度で実施してもよく、再生パワーも0.7mWよりも大きいパワーで実施してもよい。LEQジッタ値の測定には、タイムインターバルアナライザーを用いた。

【0178】

ジッタ値を測定する条件を決めるための、ピークパワー(Pp)及びバイアスパワー(Pb)の設定手順は、実施例5と同様である。媒体番号300-1において、得られたPpは、第1の情報層317および第2の情報層316共に、36Mbpsにおいては約10mW、72Mbpsにおいては約11mW、144Mbpsにおいては約14mWであり、十分システムバランスがとれる値であった。また、得られたLEQジッタ値は、36Mbpsにおいては第1の情報層317が7%、第2の情報層316が5.7%、72Mbpsにおいては第1が7.5%、第2が6%、144Mbpsにおいては第1が8%、第2が6.5%であり、十分システムバランスがとれる値であった。

【0179】

消去率測定方法および信頼性評価については、実施例5と同様である。

【0180】

3種類の情報記録媒体と比較例の、1、2、4倍速における消去率、 Δja 、 Δjo の評価結果を(表4)に示す。表中の記号は、実施例5と同様の判定基準である。ただし、“-”の条件は消去率が悪く、PpとPbが決定できず、記録保存性と書換保存性の評価ができなかったことを示す。

【0181】

【表4】

媒体番号	情報層	第2の記録層311組成(mol%)	消去率			Δja			Δjo		
		第1の記録層304組成(mol%)	1倍速	2倍速	4倍速	1倍速	2倍速	4倍速	1倍速	2倍速	4倍速
300-1	316	$(GeTe)_{97}[(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
	317	$(GeTe)_{97}[(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
300-2	316	$(GeTe)_{97}[(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
	317	$[(SnTe)_{0.1}(GeTe)_{0.9}][(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
300-3	316	$(GeTe)_{97}[(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
	317	$[(SnTe)_{0.1}(GeTe)_{0.9}][(In_2Te_3)_{0.3}(Bi_2Te_3)_{0.7}]_3$	S	S	A	A	A	S	S	A	A
比較例	316	$(GeTe)_{97}(Bi_2Te_3)_3$	S	S	S	C	C	C	S	S	S
	317	$(GeTe)_{97}(In_2Te_3)_3$	C	C	C	-	-	-	-	-	-

【0182】

(表4)に示す様に、媒体番号300-1~3は、すべての線速度でSまたはAの評価が得られているので、少なくとも1倍速から4倍速で利用できる。媒体番号300-2および300-3は、第1の記録層304のzの値とyの値を調整して、ほぼ同等の消去率、 Δja 、 Δjo の性能を得ることができた。zの値は0.3以下が好ましく、このzの範囲におけるyの値は0.9以下が好ましいことがわかった。

【0183】

これに対し、比較例では第1の情報層317の1~4倍速の消去率がC評価で、第2の情報層316の1倍速~4倍速の Δja がC評価であった。これは、第1の記録層304に用いた $(GeTe)_{97}(In_2Te_3)_3$ (mol%)の結晶化速度が不足し、第2の記録層311に用いた $(GeTe)_{97}(Bi_2Te_3)_3$ (mol%)の結晶化速度が速すぎたためである。

【0184】

媒体番号300-1~3については、繰り返し記録性能も1万回まで評価したが、 In_2Te_3 を添加したことによる相分離は生じず、前端間のジッタ値および後端間のジッタ値共に9%以下で、画像ファイル用途には十分で、データファイル用途としても十分実用できるレベルにあった。

【0185】

このように、2つの情報層を有する情報記録媒体300においても、記録層に、 $(GeTe)_x[(In_2Te_3)_y(Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$ で書き表される材料、もしくは
 $[(SnTe)_z(GeTe)_{1-z}]_x[(In_2Te_3)_y(Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$ 、 $0 < z \leq 0.3$ で書き表される材料、を用いることにより、線速度範囲2.4倍以上で利用できる。すなわち、2層Blue-ray Disc仕様でも、CAV記録が可能となる優れた情報記録媒体が得られた。

【0186】

(実施例9)

実施例9は、MとしてGaを用いた媒体番号300-4、5、6を製造し、実施例8と同様の記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。媒体番号300-4は、第1の記録層

304と第2の記録層311共に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。媒体番号300-5は、第1の記録層304に $[(\text{SnTe})_{0.1}(\text{GeTe})_{0.9}]_{97}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.5}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.5}]_3$ (mol%)を、第2の記録層311に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。媒体番号300-6は、第1の記録層304に $[(\text{SnTe})_{0.3}(\text{GeTe})_{0.7}]_{97}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.9}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.1}]_3$ (mol%)を、第2の記録層311に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。

【0187】

その結果、MとしてGaを用いても、実施例8と同様、2層Blu-ray Disc仕様で線速度範囲2.4倍以上で使用できるCAV記録が可能な優れた情報記録媒体が得られた。

【0188】

(実施例10)

実施例10は、MとしてAlを用いた媒体番号300-7、8、9を製造し、実施例8と同様の記録再生評価並びに信頼性評価を実施した。媒体番号300-7は、第1の記録層304と第2の記録層311共に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。媒体番号300-8は、第1の記録層304に $[(\text{SnTe})_{0.1}(\text{GeTe})_{0.9}]_{97}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.5}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.5}]_3$ (mol%)を、第2の記録層311に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。媒体番号300-9は、第1の記録層304に $[(\text{SnTe})_{0.3}(\text{GeTe})_{0.7}]_{97}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.9}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.1}]_3$ (mol%)を、第2の記録層311に $(\text{GeTe})_{97}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.3}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.7}]_3$ (mol%)を用いた。

【0189】

その結果、MとしてAlを用いても、実施例8と同様、2層Blu-ray Disc仕様で線速度範囲2.4倍以上で使用できるCAV記録が可能な優れた情報記録媒体が得られた。

【0190】

(実施例11)

図4に、電気的手段によって情報を記録する情報記録媒体とそれに記録するシステムを示す。実施例11は、図4に示す情報記録媒体400の記録層に本発明の記録層を用いて、電気的エネルギーを印加して記録する実験を行った。情報記録媒体400は、いわゆるメモリである。

【0191】

本実施例の情報記録媒体400は次のようにして作製した。まず、表面を窒化処理した、長さ5mm、幅5mm及び厚さ1mmのSi基板401を準備した。この基板401の上に、Auの下部電極402を1mm×1mmの領域に厚さ0.1μmで形成した。下部電極402の上に、 $(\text{GeTe})_{89}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)の記録層403を1mm×1mmの領域に厚さ0.1μmとなるように形成し、Auの上部電極404を0.6mm×0.6mmの領域に厚さ0.1μmで形成した。

【0192】

下部電極402、記録層403、及び上部電極404はいずれも、スパッタリング法で形成した。基板401を成膜装置に取り付けた。基板401上に下部電極402を、Auのスパッタリングターゲット(直径100mm、厚さ6mm)をパワー200Wで、0.13PaのArガス雰囲気中で直流スパッタリングして形成した。続いて、下部電極402上に記録層403を、Ge、In、BiおよびTeから成るスパッタリングターゲット(直径100mm、厚さ6mm)をパワー100Wで、0.13PaのArガス雰囲気中で直流スパッタリングして形成した。続いて、記録層403上に上部電極404を、Au

のスパッタリングターゲット（直径100mm、厚さ6mm）をパワー200Wで、0.13PaのArガス雰囲気中で直流スパッタリングして形成した。

【0193】

以上のようにして製造した情報記録媒体400に電気的エネルギーを印加することによって記録層403にて可逆的相変化が起こることを、図4に示すシステムにより確認した。図4に示すように、2つの印加部409を下部電極402及び上部電極404にAuリード線でそれぞれボンディングすることによって、印加部409を介して電気的書き込み／読み出し装置411を情報記録媒体（メモリ）400に接続した。この電気的書き込み／読み出し装置411において、下部電極402と上部電極404に各々接続されている印加部409の間には、パルス発生部405がスイッチ408を介して接続され、また、抵抗測定器406がスイッチ407を介して接続されていた。抵抗測定器406は、抵抗測定器406によって測定される抵抗値の高低を判定する判定部410に接続された。パルス発生部405によって印加部409を介して上部電極404及び下部電極402の間に電流パルスを通し、下部電極402と上部電極404との間の抵抗値を抵抗測定器406によって測定し、この抵抗値の高低を判定部410で判定した。記録層403の相変化によって抵抗値は変化する。

【0194】

本実施例の場合、記録層403の融点は600℃、結晶化温度は180℃、結晶化時間は50nsであった。下部電極402と上部電極404の間の抵抗値は、記録層403が非晶質状態では1000Ω、結晶状態では20Ωであった。記録層403が非晶質状態（即ち高抵抗状態）のとき、下部電極402と上部電極404の間に、20mA、60nsの電流パルスを印加したところ、下部電極402と上部電極404の間の抵抗値が低下し、記録層403が非晶質状態から結晶状態に転移した。次に、記録層403が結晶状態（即ち低抵抗状態）のとき、下部電極402と上部電極404の間に、200mA、20nsの電流パルスを印加したところ、下部電極402と上部電極404の間の抵抗値が上昇し、記録層403が結晶状態から非晶質状態に転移した。すなわち、可逆的相変化が確認された。さらに、100ns以下の高速転移が可能であり、高速メモリが得られた。

【0195】

以上の結果から、記録層403として $(\text{GeTe})_{89}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)を用い、電気的エネルギーを付与することによって、相変化を生じさせることができた。よって、情報記録媒体400が、情報を高速記録消去する機能を有することが確認できた。

【0196】

一例として、 $(\text{GeTe})_{89}[(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)を用いたが、 $(\text{GeTe})_{89}[(\text{Ga}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)および $(\text{GeTe})_{89}[(\text{Al}_2\text{Te}_3)_{0.1}(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{0.9}]_{11}$ (mol%)でも高速可逆的相変化が確認された。

【0197】

このことを利用して、情報記録媒体400を複数個つないでメモリ容量を増やすこと、アクセス機能及びスイッチング機能を向上させることが可能となる。

【0198】

以上、種々の実施例を通じて本発明の情報記録媒体について説明してきたように、光学的手段で記録する情報記録媒体及び電気的手段で記録する情報記録媒体のいずれにも、本発明の記録層、 $(\text{GeTe})_x[(\text{M}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%)あるいは $[(\text{SnTe})_z(\text{GeTe})_{1-z}]_x[(\text{M}_2\text{Te}_3)_y(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) (MはAl、Ga及びInのうち少なくとも一つの元素、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$ 、 $0 < z \leq 0.3$)を用いることができる。この記録層を含む本発明の情報記録媒体によれば、これまで実現されなかった高線速度且つ広い線速度範囲において、高い消去性能と優れた記録保存性を有する情報記録媒体が得られる。

【産業上の利用可能性】

【0199】

本発明の情報記録媒体は、優れた記録層を有し、大容量な光学的情報記録媒体として、DVD-RAMディスク、DVD-RWディスク、DVD+RWディスク、書換形Blu-ray Disc等に有用である。さらに、電気的情報記録媒体として、電氣的な高速スイッチング素子としても有用である。

【図面の簡単な説明】

【0200】

【図1】 本発明の情報記録媒体の一例を示す部分断面図

【図2】 本発明の情報記録媒体のさらに別の例を示す部分断面図

【図3】 本発明の情報記録媒体のさらに別の例を示す部分断面図

【図4】 本発明の情報記録媒体のさらに別の例を示す部分断面図とそれを使用するシステムの一例を示す模式図

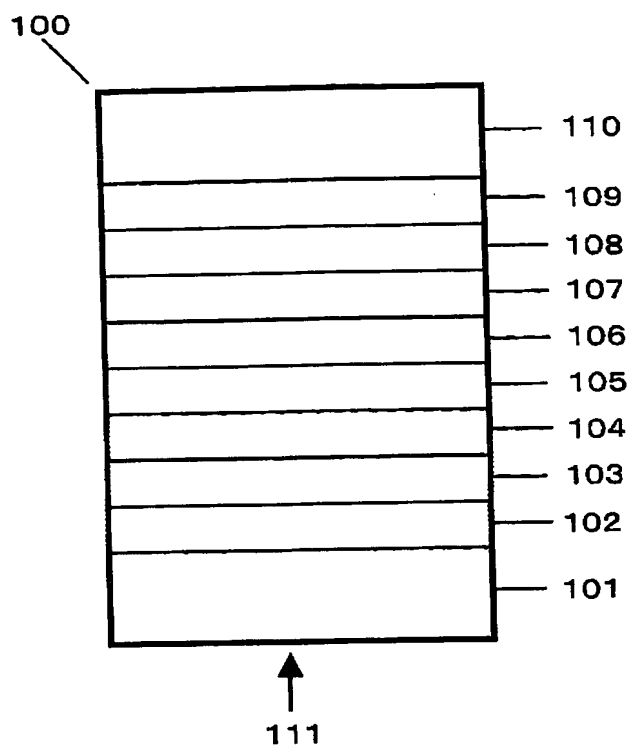
【符号の説明】

【0201】

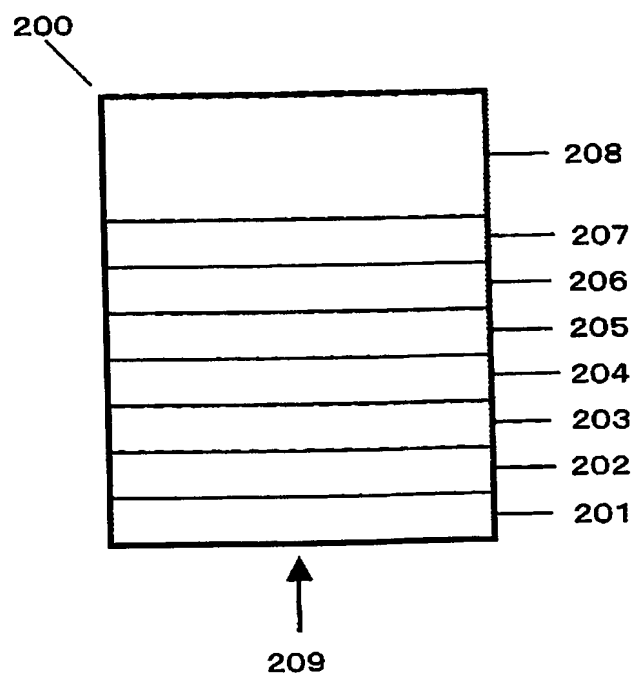
100, 200, 300, 400	情報記録媒体
101, 208, 315, 401	基板
102, 106, 202, 206, 302, 305, 307, 309, 313	誘電体層
103, 105, 203, 205, 303, 310, 312	界面層
104, 204, 403	記録層
304	第1の記録層
311	第2の記録層
107	光吸収補正層
108, 207, 306, 314	反射層
109	接着層
110	ダミー基板
308	中間層
201, 301	カバー層
317	第1の情報層
316	第2の情報層
111, 209, 318	レーザ光
402	下部電極
404	上部電極
405	パルス発生部
406	抵抗測定器
407, 408	スイッチ
409	印加部
410	判定部
411	電氣的書き込み／読み出し装置

【書類名】図面

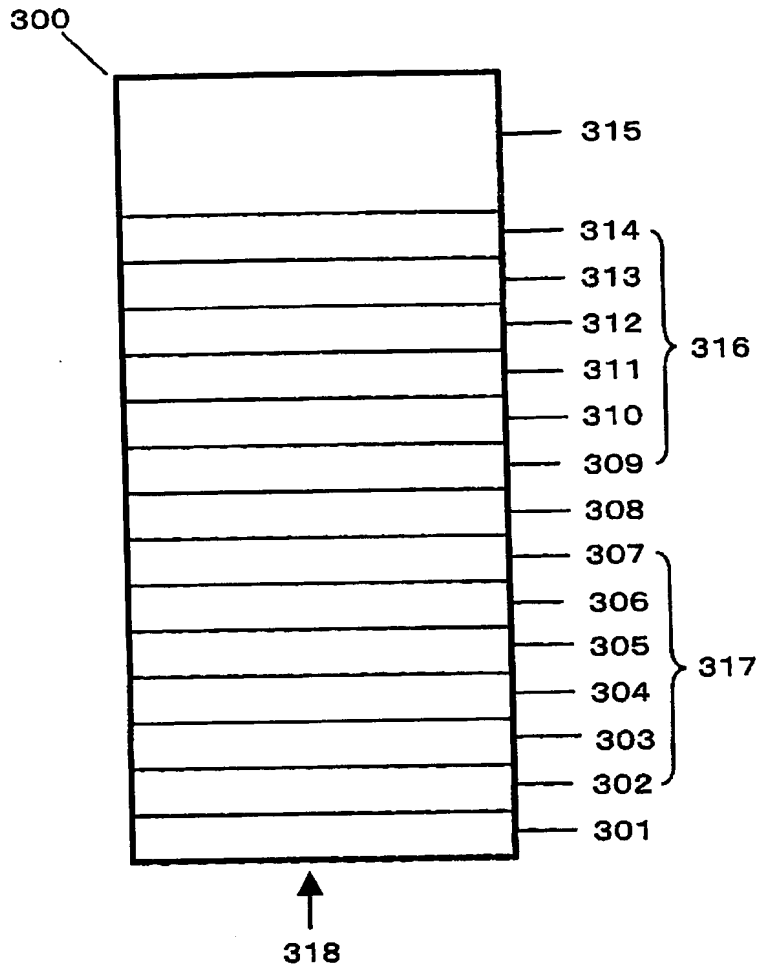
【図 1】



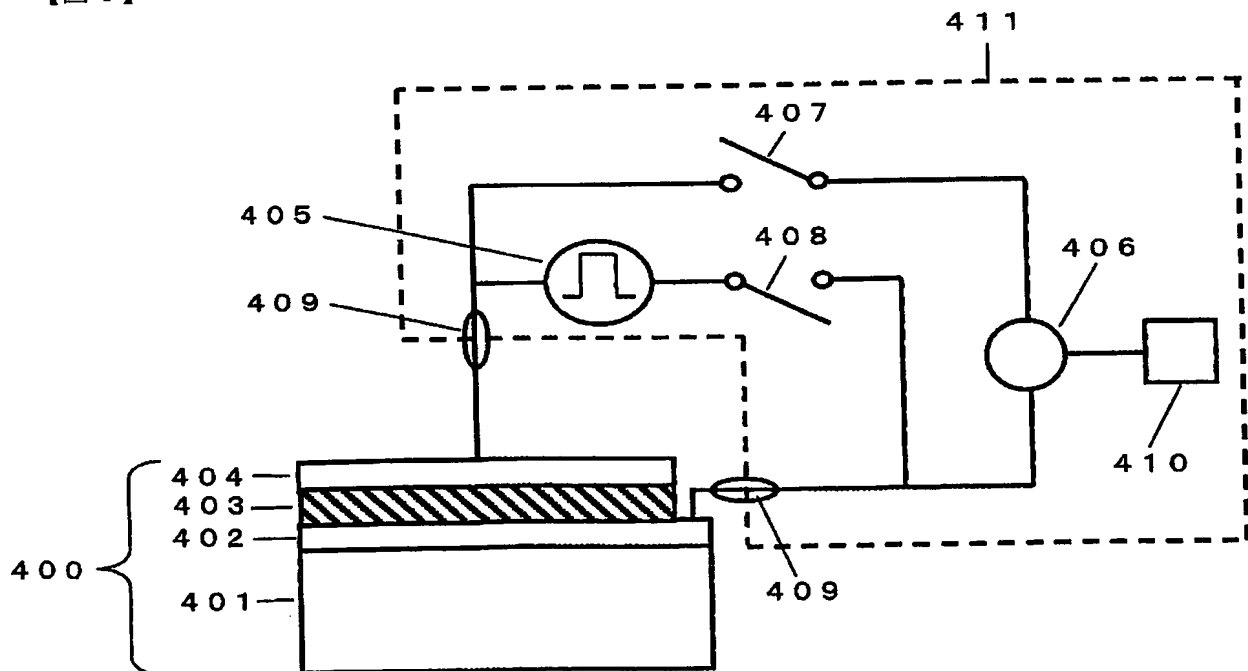
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】高線速度且つ広い線速度範囲で、高い消去性能と優れた記録保存性が確保された情報記録媒体を提供する。

【解決手段】可逆的相変化を生じる記録層を含む情報記録媒体であって、記録層がGe、Bi、Te及び元素Mを含み、 $(GeTe)_x [(M_2Te_3)_y (Bi_2Te_3)_{1-y}]_{100-x}$ (mol%) (式中、MはAl、Ga及びInのうち少なくとも一つの元素を示し、x及びyが、 $80 \leq x < 100$ 、 $0 < y \leq 0.9$) で書き表される情報記録媒体。

【選択図】図1

特願 2 0 0 4 - 2 1 9 7 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/009163

International filing date: 19 May 2005 (19.05.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-219731
Filing date: 28 July 2004 (28.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 June 2005 (30.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.